

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta  
Katedra botaniky



Tvorba informačního a výukového materiálu  
s tématem "Parazitické houby"

DIPLOMOVÁ PRÁCE

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Autor práce:             | Bc. Lenka Jedličková   |
| Studijní program:        | N1407 Chemie   |
| Studijní obor:           | učitelství chemie pro střední školy – učitelství biologie<br>pro střední školy |
| Forma studia:            | prezenční  |
| Vedoucí diplomové práce: | doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.   |

Olomouc 2017

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem uvedenou diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Barbory Mieslerové, Ph.D. Literární a jiné informační zdroje, které jsem upotřebila k jejímu vypracování, jsou uvedeny v Přehledu použité literatury v závěru této publikace.

Zároveň souhlasím, aby byla tato práce zpřístupněna v knihovně Katedry botaniky, Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

V Olomouci, dne 28. 7. 2017

.....

Bc. Lenka Jedličková

## Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala své vedoucí, doc. RNDr. Barboře Mieslerové, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a věnovaný čas, bez něhož by se vypracování této diplomové práce neobešlo.

Velký dík patří také Michalu Jedličkovi za zapůjčení fotoaparátu a poskytnutí autorských fotografií, které jsem s jeho svolením v diplomové práci zveřejnila, a celé mojí rodině, která mě nejen v několika posledních měsících ale v průběhu celého studia podporovala a zajišťovala nejen finančně ale i citově. Doc. RNDr. Petru Hašlerovi, Ph.D. děkuji za fotografii rodu *cf. Chytridium*.

Tato práce byla podporována i z grantu Univerzity Palackého v Olomouci IGA PřF-2017-001, za což také moc děkuji.

# Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. Lenka Jedličková

Název práce: Tvorba informačního a výukového materiálu s tématem "Parazitické houby"

Typ práce: diplomová

Pracoviště: Katedra botaniky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci;  
ul. Šlechtitelů 27, 783 71 Olomouc – Holice

Vedoucí práce: doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.

Rok obhajoby: 2017

Abstrakt: Předložená diplomová práce s názvem Tvorba informačního a výukového materiálu s tématem "Parazitické houby" se snaží daný námět srozumitelně a přehledně zpracovat pro středoškolského studenta. Výukový text byl zpracován na základě podrobné literární rešerše a následné didaktické transformace odborných znalostí. Je doplněn fotografickou dokumentací, autorskými kresbami, Powerpointovými prezentacemi a pracovními listy s otázkami a úkoly, které by měly sloužit k ověření, upevnění a rozšíření získaných znalostí.

Klíčová slova: houby, Fungi, mykologie, parazitismus, parazitické houby, biologie pro střední školy

Počet stran: 59

Počet příloh: 3

Jazyk: český

## Bibliografic identification

Author's first name and surname: Bc. Lenka Jedličková

Title of thesis: Creation of Informational and Educational Material on the Topic "Parasitic Fungi"

Type of thesis: master's

Department: Department of Botany, Faculty of Science, Palacký University in Olomouc;  
st. Šlechtitelů 27, 783 71 Olomouc – Holice

Supervisor: doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.

The year of prezentatition: 2017

Abstract: Presented master's thesis titled Creation of Informational and Educational Material on the Topic "Parasitic Fungi" was trying to compose the theme in clear and intelligible way for high school students. In order to create an informational text a thorough literature review and didactical transformation was performed. Photographic documentation, original drawings, Powerpoint presentations and worksheets with additional questions and tasks complete the work.

Keywords: Fungi, mycology, parasitism, parasitic Fungi, biology for high schools

Number of pages: 59

Number of appendices: 3

Language: Czech

# Obsah

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Úvod</b>                               | <b>7</b>  |
| <b>2. Cíle práce</b>                         | <b>9</b>  |
| <b>3. Literární rešerše</b>                  | <b>10</b> |
| 3.1 Charakteristika houbových organismů      | 10        |
| 3.2 Klasifikace houbových organismů          | 13        |
| 3.3 Ekologie houbových organismů             | 16        |
| 3.4 Paraziti                                 | 19        |
| 3.4.1 Paraziti rostlin                       | 19        |
| 3.4.1.1 Nádorovky (Plasmodiophoromycota)     | 21        |
| 3.4.1.2 Houby vaječné (Oomycota)             | 22        |
| 3.4.1.3 Houby buněkotvaré (Chytridiomycota)  | 24        |
| 3.4.1.4 Vřeckovýtrusé houby (Ascomycota)     | 25        |
| 3.4.1.5 Stopkovýtrusé houby (Basidiomycota)  | 31        |
| 3.4.1.6 Paraziti řas                         | 38        |
| 3.4.2 Paraziti hub                           | 38        |
| 3.4.3 Paraziti živočichů a člověka           | 41        |
| 3.4.3.1 Paraziti bezobratlých živočichů      | 41        |
| 3.4.3.1 Paraziti obratlovců (člověka)        | 43        |
| <b>4. Materiál a metody</b>                  | <b>47</b> |
| 4.1 Fotografování a sběr herbářových položek | 47        |
| 4.2 Perokresby                               | 48        |
| <b>5. Výsledky</b>                           | <b>49</b> |
| <b>6. Diskuse</b>                            | <b>50</b> |
| <b>7. Závěr</b>                              | <b>52</b> |
| <b>8. Přehled použité literatury</b>         | <b>53</b> |
| 8.1 Tištěné zdroje                           | 53        |
| 8.2 Internetové zdroje                       | 54        |
| <b>9. Seznam příloh</b>                      | <b>59</b> |

# 1. Úvod

Věřím, že houbaření můžeme naprosto bez nadsázky označit za národní sport. Vyjma sousedního Slovenska, Ruska a několika málo dalších východoevropských nebo východoasijských států (např. Číny a Japonska), se v mnoha západních zemích neteší sběr divoce rostoucích hub ani zdaleka takové oblibě jako u nás. Ve Francii, Velké Británii nebo v USA dávají přednost spíš hromadně pěstovaným žampionům a v severských zemích, jako je Norsko nebo Švédsko, si volně rostoucích plodnic pro změnu nevšímají vůbec (Veselý, 2015).

I přes velkou oblibu hub se toho však mezi laickou veřejností ví o mykologii poměrně málo a mezi houbaři se šíří spousta polopравd, omylů a mýtů. Mnoho z nich kupříkladu věří, že okousané plodnice jsou jedlé, že se nesmí konzumace hub kombinovat s alkoholem, nebo že dostatečně dlouhou tepelnou úpravou lze všechny mykotoxiny zničit (Mieslerová et al., 2015). Jen málokdo by pak mezi houbové organismy zařadil kromě zmíněných makromycetů také plísně nebo kvasinky, které představují z hlediska svého využití či způsobených škod daleko významnější komponentu.

Spousta lidí má navíc tendenci význam hub redukovat pouze na jejich využitelnost při přípravě pokrmů, ačkoli jejich funkce v přírodě je daleko širší a podstatně důležitější, než by si dokázali představit. Díky svým dekompozičním (rozkladným) schopnostem mají nezastupitelnou roli v koloběhu živin (Kout, 2014) a bez jejich přispění do mnoha oblastí lidské činnosti bychom si mohli jen těžko představit dnešní podobu potravinářského průmyslu, lékařství či spousty dalších odvětví. Vždyť bez hub by nebylo možné vyrobit chleba, pivo, víno nebo plísňové sýry. Nelze opomenout ani jejich důležitost v produkci antibiotik a dalších biologicky účinných látek (např. protinádorových preparátů, antivirových látek, imunostimulačních i imunosupresivních přípravků). S výhodou se využívají rovněž v zemědělství k likvidaci mnohých škůdců, v ochraně životního prostředí či v genomovém inženýrství (Mieslerová et al., 2015).

Nejpatrnější důsledky jejich činnosti však považuje člověk již od nepaměti za negativní. Namátkou můžeme vzpomenout neustálý boj s plísněmi na omítkách interiérů, škody způsobené dřevokaznými houbami (např. notoricky známou dřevomorkou domácí) a rozkladné procesy uchovávaných potravin. I když se některé druhy hub v současnosti využívají v boji proti zemědělským škůdcům, jejich daleko větší část paradoxně mnohé choroby kulturních rostlin způsobuje (Mieslerová et al., 2015). Parazitické houby jsou také

významnými původci onemocnění zvířat i člověka a zasluhují si tak oprávněně naši pozornost (Klán, 1989).

I když se to může zdát neuvěřitelné, parazitismus je jednou z nejrozšířenějších životních strategií (Volf et al., 2007) a některé zdroje dokonce uvádí, že parazité tvoří více než polovinu všech živých organismů (Morand, 2015). Parazitický způsob života můžeme najít prakticky na všech úrovních – od virů a bakterií, přes jednobuněčná eukaryota, až po mnohobuněčné obratlovce nebo rostliny. Hrají významnou roli v potravním řetězci i stabilitě přírodních ekosystémů, neboť regulují velikost populací jiných organismů, přispívají ke správnému vývoji imunitních systémů jejich neustálou stimulací, podporují diverzitu i pohlavní rozmnožování a pravděpodobně ovlivňují širokou škálu dalších fenoménů (Jones, 2015). Kromě toho jsou parazité původci sedmi z deseti nejzávažnějších infekčních chorob sledovaných Světovou zdravotnickou organizací a osmé onemocnění (horečku dengue) přenáší (Volf et al., 2007).

Není tedy pochyb o jejich důležitosti a významu, který sehrávají nejen v lokálním ale i globálním měřítku. Parazitům je také věnována velká část této diplomové práce, která se pokouší odhalit a přiblížit některé aspekty života houbových organismů, kteří si tuto záhadnou a fascinující strategii osvojili.



## 2. Cíle práce

Cílem předložené diplomové práce je tvorba informačního a výukového materiálu na téma parazitické houby. Její zhotovení se opírá především o rešerši odborné literatury a autorskou fotodokumentaci parazitických druhů. Studium dostupných informačních zdrojů, středoškolských učebnic biologie a některých pedagogických publikací představuje základnu pro didaktickou transformaci učiva a jeho zpracování do podoby učebních textů, Powerpointových prezentací a pracovních listů, které jsou posléze doplněny vlastními fotografiemi. Součástí zadání byl také sběr hub a tvorba sbírky herbářových položek.

## 3. Literární řešerše

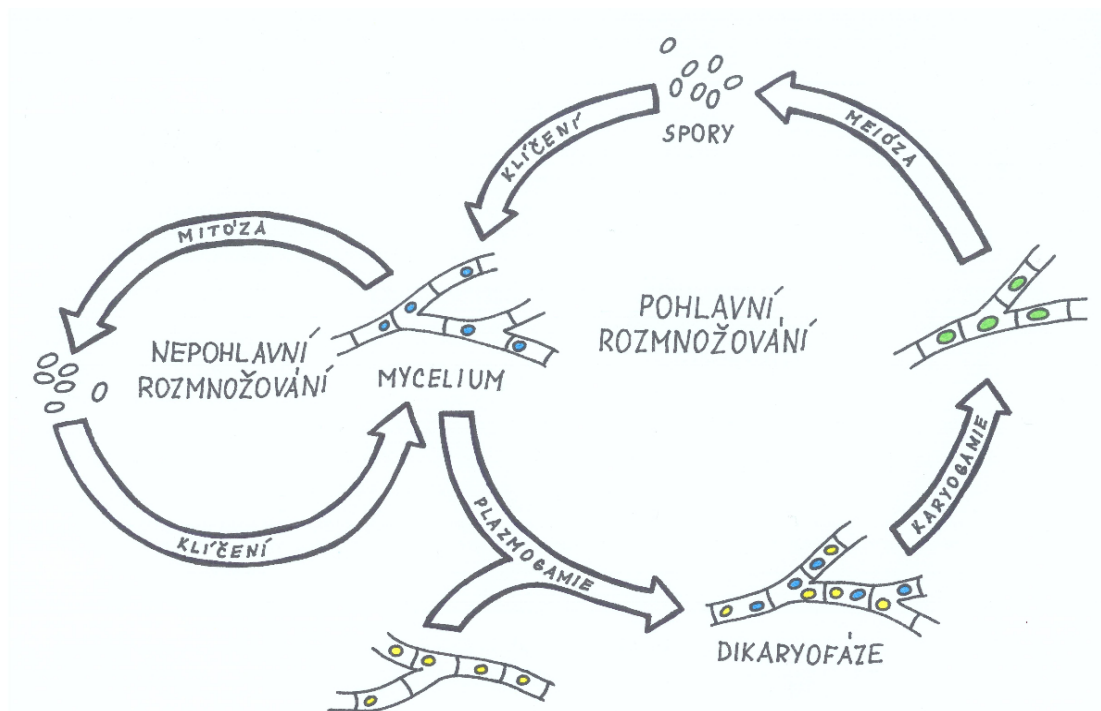
### 3.1 Charakteristika houbových organismů

Houby představují velmi rozmanitou a dosud málo probádanou skupinu organismů obývajících prakticky všechna myslitelná stanoviště – lidské příbytky, půdu, rostlinná a živočišná těla, sladkou i mořskou vodu. V současnosti známe něco kolem 100 000 druhů, ale jejich celkový počet se odhaduje až na 5 milionů (Blackwell, 2011).

Jejich tělo je velmi jednoduše utvářeno a označuje se termínem stélka (thallus). Stélka houbových organismů může být jednobuněčná (jako např. u kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*), ale většinou je tvořena mnohobuněčnými vlákny (hyfami) (Rosypal, 2003). Hyfy mohou být bez přehrádek (v podstatě dlouhé mnohojaderné provazce) nebo mohou být ve svém průběhu rozděleny různě utvářenými přepážkami (septy) na kratší úseky (Mieslerová et al., 2015). Tato vlákna prorůstají substrátem, navzájem se proplétají a vytvářejí trojrozměrnou síť, která se nazývá podhoubí (mycelium) (Kincl et al., 2006).

Houby sdílí společné znaky nejen s rostlinami ale i s živočichy. Stejně jako zvířata i houby postrádají fotosyntetická barviva typická pro rostliny (chlorofyl), a vyživují se proto heterotrofně (tj. nedokážou si organické látky syntetizovat samy – fotosyntézou, ale přijímají je v hotové podobě). Potravu netráví uvnitř svého těla, ale stélkou vylučují do okolního substrátu enzymy, které ji nejprve rozštěpí na základní stavební složky. Vzniklý živný roztok pak absorbují stélkou. Zásobními látkami hub jsou podobně jako u živočichů glykogen a tuky (u rostlin je jimi převážně škrob). Z dalších látek je pro houby typický např. chitin jako součást buněčných stěn (Rosypal 2003).

Houbové organismy se rozmnožují jak nepohlavně tak pohlavně – viz obr. 3.1.1. Nepohlavní rozmnožování je u řady druhů (zvláště parazitických) dominantní a může proběhnout i několikrát během vegetačního období (Kalina a Váňa, 2005). Představuje sice rychlý způsob reprodukce, ale vzniklí jedinci jsou geneticky totožní s rodičovským organismem (klony) (Kout 2014). Nepohlavní formy rozmnožování zahrnují například rozpad (fragmentaci), kdy se mycelium rozdělí na několik částí, z nichž každá doroste v samostatného jedince. Pro jednobuněčné kvasinky je typické tzv. pučení. Na buňce se vytvoří váček, do kterého přejde kopie jádra vytvořená mitotickým dělením, a váček se po dosažení optimální velikosti oddělí od mateřské buňky a vytvoří novou kvasinku (Rosypal, 2003).

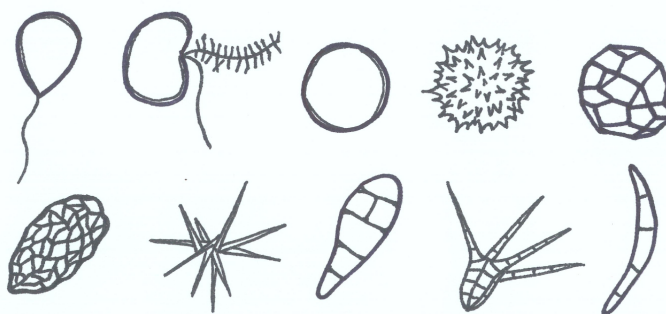


**Obr. 3.1.1 - Schéma rozmnožování houbových organismů.** Nepohlavní rozmnožování probíhá nejčastěji tvorbou mitospor. Během pohlavního rozmnožování splývají gamety, gametangia či somatické hyfy (na obrázku) a vyklíčením haploidních meiospor vznikne nový jedinec. (podle Boundless, 2016; upraveno) (Perokresba L. Jedličková)

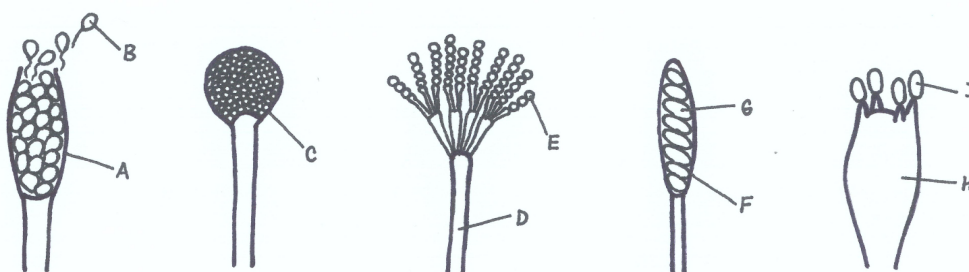
Zdaleka nejrozšířenější způsob nepohlavního rozmnožování hub je však tvorba spor (výtrusů) (Rosypal, 2003). Spory jsou mikroskopické, jedno i vícebuněčné částice sloužící k rozmnožování hub. Vykonávají podobnou funkci jako semena u rostlin – zajišťují šíření druhu a jeho přežití v nepříznivých podmínkách. Dostanou-li se na vhodné stanoviště, vyklíčí a dají vznik novému jedinci (Klán, 1989). Vyskytují se až v neuvěřitelně bohaté škále barev, tvarů a velikostí. Mnohé jsou povrchově ornamentované. Některé jsou kulovité, jiné vláknité a bohatě rozvětvené (viz obr. 3.1.2). Všechny tyto vlastnosti je přizpůsobují ke specifickému způsobu šíření nebo prostředí, kde mají za úkol se přichytit. Spory také umožňují rozšířit daný druh na větší vzdálenosti a kolonizovat nová stanoviště (Deacon, 2006).

Nepohlavní výtrusy (známé také pod výrazem mitospory) vznikají mitózou a podle způsobu svého vzniku je můžeme rozdělit na endogenní a exogenní. Endogenní mitospory se formují uvnitř specializovaných váčků, výtrusnic (sporangii), a vzniklé spory se nazývají sporangiospory. Mohou být buď nepohyblivé (tzv. aplanospory), nebo disponují pohyblivým bičíkem (jedním i dvěma), který jim ve vodním prostředí umožňuje aktivní lokomoci (viz obr. 3.1.2). Takové spory se označují jako zoospory a výtrusnice, ve které vznikají, jako zoosporangium. Exogenní mitospory, tzv. konidie či konidiospory, se odškrcují z konců

specializovaných hyf (konidioforů) (Kout, 2014). Pro vytvoření lepší představy poslouží obr. 3.1.3.



**Obr. 3.1.2 - Spory hub.** První dva obrázky vlevo nahoře zobrazují bičíkaté zoospory, ostatní aplanospory. (podle Kendrick, 2000; Kincl, 2006; upraveno) (Perokresba L. Jedličková)



**Obr. 3.1.3 - Vznik pohlavních a nepohlavních spor.** První tři sporangia slouží k tvorbě mitospor, poslední dvě k tvorbě meiospor. A - otevřené zoosporangium, B - zoospora, C - sporangium, D - konidiofor, E - konidie, F - vřecko, G - askospora, H - bazidie, I - bazidiospora (podle Kincl, 2006; upraveno) (Perokresba L. Jedličková)

Pohlavní rozmnožování vnáší do populace vznikajících hub genetickou variabilitu (Kout 2014). Pohlavní buňky, které během tohoto typu rozmnožování splývají, vznikají ve speciálních pohlavních orgánech (gametangiích). U některých druhů hub se gametangia nevytváří a namísto gamet splývají pohlavně odlišené hyfy (vlákna vhodného párovacího typu) – tedy somatické buňky, jindy kopulují přímo gametangia. Samotný pohlavní proces zahrnuje 3 fáze. Nejprve dochází k plazmogamii, tedy ke splynutí cytoplazem pohlavních buněk nebo buněk párovacích hyf, při níž se geneticky odlišná jádra dostávají do jediné buňky. Následuje karyogamie (Rosypal, 2003) (karyon řecky buněčné jádro) (Kincl, 2006), během níž dochází k fúzi jader v jedno s dvojnásobným počtem chromozomů, nazývané diploidní. U některých druhů hub následuje karyogamie hned po plazmogamii, jindy jsou obě fáze oddáleny a houbový organismus prodlévá různě dlouhý čas ve stavu, který se označuje jako dikaryofáze (doslovně fáze se dvěma jádry). Třetí a poslední fází je meióza – redukční dělení, během něhož vznikají z původního diploidního jádra čtyři jádra s polovičním počtem

chromozomů (jsou tzv. haploidní). Formují se tak pohlavní spory (meiospory), které po vyklíčení dávají vznik novému jedinci s genetickým materiálem odlišným od obou rodičovských organismů (obr. 3.1.3) (Rosypal, 2003). Meiospory dostávají v rámci jednotlivých skupin hub často specifické názvy – například u skupiny Basidiomycota se označují jako bazidiospory, u Ascomycota jako askospory apod. – viz obr. 3.1.3 (Kout, 2014).

Mnohé skupiny hub vytvářejí k produkci pohlavních výtrusů specializované útvary, jejichž velikost kolísá od několika milimetrů k několika desítkám centimetrů – plodnice (Mieslerová et al., 2015). Jsou tvořeny těsně nahloučenými a propletenými hyfami – tzv. nepravým pletivem, a mohou být tvořeny morfologicky různými částmi – například kloboukem a třeněm. Výtrusy, kterých může být až neuvěřitelně velké množství, se v takovém případě tvoří na spodní části klobouku, který je nejčastěji pokryt lupeny nebo rourkami (Kincl et al., 2006). Uvádí se, že celkový počet spor v jediné plodnici pýchavky obrovské (*Calvatia gigantea*) může dosahovat až 7 bilionů (Harris, 2015).

Stadium, během něhož se houba rozmnožuje nepohlavně, označujeme jako anamorfa. Teleomorfní fáze je pak charakterizovaná tvorbou pohlavních reprodukčních orgánů (Rosypal 2003).

## 3.2 Klasifikace houbových organismů

Pozice hub v systému se měnila společně s tím, jak se vyvíjely poznatky v biologii. První pokus o rozřazení živých organismů do skupin provedl v polovině 18. století švédský biolog Carl Linné zavedením 2 říší – rostlin (Plantae) a živočichů (Animalia). Toto jednoduché rozdělení plně vyhovovalo většině běžných organismů. Problematickou skupinu však představovaly jednobuněčné formy života, které nezapadaly ani do jedné z nich. Od druhé poloviny 19. století se proto začaly objevovat první pokusy o úpravu tohoto systému. Jedním z nich byla klasifikace navržená Ernstem Haeckelem roku 1866, který ke dvěma Linnéově říším přidal třetí s názvem Protista, jež sdružovala mikroskopické organismy (Macháček et al., 2016). Jak v Linnéově tak Haeckelově klasifikaci byly houby vzhledem ke své vnější podobnosti s rostlinami součástí říše Plantae (Moore et al., 2011).

Posun v jejich systematice přinesl až o sto let později koncept Roberta Whittakera, který je osamostatnil v říši houby (Fungi). Whittakerova klasifikace byla přelomová ještě z dalšího důvodu – autor vyčlenil stávající říši Protista pro eukaryotické jednobuněčné organismy a skupinu Monera zavedl pro prokaryotické mikroorganismy. Whittakerův systém

pěti říši (Plantae, Animalia, Fungi, Protista a Monera) byl v podstatě překonán až zdařilejším návrhem britského evolučního biologa Thomase Cavalier-Smitha z roku 1998, který upravuje především klasifikaci jednobuněčných a vymezuje říše Plantae, Animalia, Fungi, Protozoa a Chromista. Jeho systém je díky své srozumitelnosti a přehlednosti dodnes přejímán řadou středoškolských učebnic (Macháček et al., 2016).

Všechny uvedené systémy jsou však z dnešního pohledu nesprávné, poněvadž pracují se skupinami organismů, které pravděpodobně nemají společný původ, a jsou tedy uměle vytvořené. V moderní taxonomii totiž dnes převažuje názor, že jedinou správnou klasifikací je ta, která respektuje příbuzenské vztahy organismů. Takový systém je pak reálně existující, takzvaně přirozený, a není pouze fiktivně vytvořenou "škatulkou" (Macháček et al., 2016).

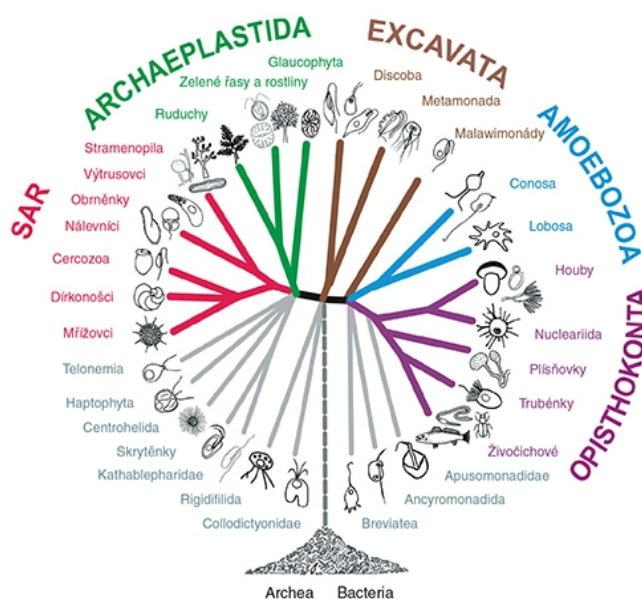
Při posuzování fylogenetických (příbuzenských) vztahů určitých organismů se dnes spoléhá na molekulární data (analýza genů a proteinů), nikoli na morfologické znaky, jejichž přítomnost sama o sobě není považována za objektivní kritérium (Kout, 2014).

Studium genů malé podjednotky ribosomů (16S rRNA) vedlo v devadesátých letech ke stanovení 3 tzv. impérií (domén) (Moore et al., 2011), které získaly status taxonu vyššího než říše. Dvě prokaryotické domény dostaly označení archea (Archea) a eubakterie (Eubacteria) a jediná eukaryotická doména pojmenování Eukaryota. Houby patří podobně jako rostliny nebo živočichové mezi eukaryotické organismy a proto bude naše pozornost směřovat do poslední jmenované linie (Kout, 2014).

Systém eukaryotních organismů, který je dnes považován za nejmodernější a nejsprávnější, zveřejnil roku 2005 kanadský biolog Sina Adl a svou současnou podobu získal po několika letech dalších úprav a revizí (viz obr. 3.2.1). Tato klasifikace pracuje s takzvanými "superskupinami", což jsou opět taxony převyšující říše původních systémů. Houby (Fungi) se zde dostaly společně s živočichy a dalšími taxony do "superskupiny" s názvem Opisthokonta (Macháček et al., 2016).

Mykologie se ovšem tradičně věnuje také studiu dalších houbám podobných organismů, které již nejsou součástí říše Fungi. Tyto organismy jsou v Cavalier-Smithově klasifikaci součástí skupin Protozoa a Chromista a v nejmodernějším taxonomickém systému dle Adla jsou rozdrobeny v "superskupinách" Excavata, Amoebozoa a SAR (viz obr. 3.2.1) (Mieslerová et al., 2015). Ačkoli termín houby odkazuje spíše na říši Fungi, je v těchto materiálech používán synonymně s označením houbové organismy, které se vztahují

k veškerému životu stojícímu v popředí zájmu mykologů (tedy i skupin které nejsou součástí Opisthokonta).



**Obr. 3.2.1 - Systém eukaryotních organismů dle S. Adla.** Houbové organismy jsou součástí "superskupin" Opisthokonta, Excavata, Amoebozoa a SAR. (Macháček et al., 2016)

Co se týče vnitřní klasifikace houbových organismů, můžeme vně říše Fungi nalézt několik skupin. Myxomycota (hlenky) zahrnují organismy charakteristické tvorbou pohyblivých shluků buněk – tzv. plazmodií, a způsobem zisku potravy – pohlčováním. Prapůvodně byly považovány za součást říše Fungi, ale v Cavalier-Smithově systému jsou již vyčleněny do říše Protozoa a v moderní klasifikaci jsou pak součástí "superskupiny" Amoebozoa. Mykologie se rovněž zabývá studiem skupiny Plasmodiophoromycota (nádorovky) zahrnující mnohé významné parazitické druhy. Pro ilustraci můžeme uvést kupříkladu nádorovku kapustovou (*Plasmodiophora brassicae*). Stejně jako předcházející skupina, i nádorovky jsou v Cavalier-Smithově systému řazeny do říše Protozoa, v moderní klasifikaci jsou pak včleněny do fylogenetické větve SAR. Tamtéž se dnes nachází skupina Oomycota (houby vaječné), která byla původně součástí říše Chromista. Zahrnuje mikroskopické zástupce, z nichž mnozí jsou opět původci závažných rostlinných chorob jako je plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*) nebo vřetenatka réвовá (*Plasmopara viticola*). Z dalších houbám podobných organismů jmenujme skupiny Acrasiomycota (akrázie), Labyrinthulomycota a Hyphochytriomycota (Mieslerová et al., 2015).

Samotná říše houby (Fungi) je, jak již bylo uvedeno, řazena do "superskupiny" Opisthokonta. Součástí říše je skupina Chytridiomycota (houby buněkotvaré), pro které je charakteristická tvorba pohyblivých spor (tzv. zoospor). I zde můžeme najít parazitické druhy. Jedním z příkladů je rakovinovec bramborový (*Synchytrium endobioticum*). Další skupina Microsporidiomycota (mikrosporidie) zahrnuje vnitrobuněčné parazity napadající zejména hmyz ale i člověka. Náleží sem například hmyzomorka včelí (*Nosema apis*) (Mieslerová et al., 2015). Tradiční skupina Zygomycota (houby spájkivé) se vyznačuje vláknitou nepřehrádkovanou stélkou, tvorbou nepohyblivých spor (aplanospor) a rozkladem jednoduchých cukrů (Kout, 2014). Můžeme sem zařadit například plíseň hlavičkovou (*Mucor mucedo*) a kropidlovce černavého (*Rhizopus stolonifer*). Některé druhy jsou také oportunistickými (příležitostnými) parazity člověka a dalších obratlovců (Kalina a Váňa 2005). Další skupina Glomeromycota zahrnuje druhy symbiotické s vyššími rostlinami. Daleko známější skupinou jsou Ascomycota (houby vřeckovýtrusé), které zahrnují tak odlišné druhy jako smrže (rod *Morchella*), lanýže (rod *Tuber*), kvasinky, rod *Penicillium* či *Aspergillus*, různé původce chorob rostlin (padlí) i houby tvořící lišejníky. Basidiomycota (houby stopkovýtrusé) zahrnují houbaři oblíbené druhy tvořící makroskopické plodnice. Jmenujme kupříkladu žampiony (rod *Agaricus*), hříby (rod *Boletus*), muchomůrky (rod *Amanita*) nebo holubinky (rod *Russula*). Najdeme zde ale i dřevokazné druhy ("choroš") a původce chorob rostlin (rzi, sněti) (Mieslerová et al., 2016).

### 3.3 Ekologie houbových organismů

Jak už bylo řečeno, houbové organismy můžeme označit termínem heterotrofní, jelikož organické látky potřebné pro výstavbu a funkci jejich těla si na rozdíl od rostlin nedokážou vyrobit samy, ale musí je přijímat v již hotové podobě (Klán, 1989). Z hlediska zdroje těchto organických látek můžeme houby rozdělit do dvou hlavních ekologických skupin – na saprotrofy, kteří čerpají živiny z mrtvého materiálu, a na symbionty, kteří získávají organické látky z těl živých organismů (Mieslerová et al., 2015). Symbióza je obecný termín popisující jakékoli úzké soužití dvou a více organismů. Tento vztah však může být pro obě zúčastněné strany různě výhodný. Pokud má jak symbiotická houba tak partnerský organismus ze soužití prospěch, označuje se tento vztah jako mutualistický. Profituje-li houba na úkor partnerského organismu, který z takového vztahu nemá žádný užitek, považujeme ji za parazitickou (Rosypal, 2003).



Saprotrofní druhy hub získávají živiny enzymatickým rozkladem odumřelých částí rostlinného nebo živočišného těla (Klán, 1989) – listů, kořenů, dřeva, exkrementů, živočišných zbytků atp., a sehrávají tak v přírodě velmi významnou roli rozkladačů (destruentů) (Rosypal 2003). Společně s bakteriemi, některými druhy hmyzu či jiných živočichů se podílejí na rozkladu organické hmoty, který končí vznikem humusu – velmi odolné směsi organických látek, která hraje významnou roli v úrodnosti půdy (Deacon, 2006). Bez neustálého odbourávání rostlinné biomasy by se jí ekosystém brzy zahltil. Kromě cukrů a škrobů (využívaných např. rody *Penicillium* – štětičkovec nebo *Mucor*) jsou některé druhy mimo jiné schopné rozkládat také dřevo (např. rod *Fomitopsis* – troudnatec) (Klán, 1989).

S mutualismem, tedy vztahem prospěšným pro oba koexistující partnery, se v přírodě můžeme setkat velice často. Přes 90 % vyšších rostlin se podílí na tzv. mykorhize, tedy symbiotickém spojení kořenů rostlin s hyfami hub (Kout, 2014). Houbový organismus dodává rostlině vodu a minerální látky, které dokáže díky svému enzymatickému aparátu získat i z jinak nedostupných zdrojů (např. fosfor nebo dusík), rostlina pak na oplátku zásobuje symbiotickou houbu sacharidy a některými vitamíny. Z laboratorních pokusů s mykorhizními druhy vyplynulo, že bez možnosti tvorby tohoto úzkého soužití, rostou oba druhy buď velmi pomalu nebo vůbec. Jedná se tedy o velmi důležitý druh symbiózy, kterého se účastní spousta běžně rostoucích hub – rod *Amanita* (muchomůrka), *Russula* (holubinka), *Suillus* (klouzek), *Boletus* (hřib) aj. (Klán, 1989). Mezi mutualistické vztahy se často řadí také lichenismus. Houba (mykobiont) tvoří v tomto případě úzký potravní vztah s řasou nebo sinicí (fotobiontem) a vytváří společně jediný organismus – lišejník (viz obr. 3.3.1). Řasa nicméně z tohoto vztahu netěží ani zdaleka tolik jako symbiotická houba, neboť na rozdíl od mykorhizy je schopná samostatné existence. Z tohoto důvodu se diskutovaný vztah někdy popisuje termínem kontrolovaný parazitismus (Kout, 2014).

Parazit může být definován jako organismus, který čerpá všechny nebo část potřebných živin z tkání či pletiv jiného organismu – hostitele. Houba se tedy nachází ve stavu nutriční závislosti. Rozlišujeme nekrotrofní a biotrofní parazitické druhy. V prvním případě parazit hostitelskou tkáň nejprve usmrtí (často vyloučením toxinů či enzymů) a teprve pak z ní čerpá živiny (Deacon, 2006). Zástupcem nekrotrofů je např. rod hlízenka (*Sclerotinia*) (Mieslerová et al., 2015). Biotrofní parazit se naopak živí z funkčních hostitelských tkání (Deacon, 2006) a na rozdíl od nekrotrofních parazitů je pro něj typická hostitelská specializace (vazba na konkrétní druh, rod nebo okruh hostitelů). Jako příklad můžeme uvést padlí, sněti či rzi (Mieslerová et al., 2015). Přechodnou formou je tzv.

hemibiotrofie, kdy parazit přechází z původně biotrofního způsobu výživy do fáze nekrotrofni (Deacon, 2006). Takto se chová např. druh *Venturia inaequalis* nebo plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*) (Mieslerová et al., 2015).



**Obr. 3.1.1 - Lišejník.** Trofický vztah mezi houbou a řasou (příp. sinicí). Na fotografii terčovník zední (*Xanthoria parietina*). (Foto L. Jedličková)

S parazitismem souvisí ještě jeden pojem – patogenita, tedy schopnost parazita vyvolat u hostitele onemocnění (Volf et al., 2007). Platí, že patogenem je téměř vždy parazit, ne všichni paraziti ovšem vyvolávají u svého hostitele zřejmé nebo závažné symptomy (Deacon, 2006).

Je nutné si uvědomit, že mnoho druhů hub se nedá jednoznačně zařadit do jedné ze tří zmíněných ekologických skupin (mezi saprotrofy, mutualisty nebo parazity). I primárně mykorhizní druhy mohou v některých fázích vývoje zcela spoléhat na svého partnera, což je situace odpovídající parazitismu (Klán, 1989). Jindy může parazitický druh po usmrcení hostitele přejít na saprotrofní výživu (např. plíseň šedá – *Botrytis cinerea*) (Mieslerová et al., 2015). Pro takové druhy se používá kombinovaný název saproparaziti (Kout, 2014). Václavka (*Armillaria*) může dokonce vystupovat ve všech třech typech interakcí. Proto se saprotrofové, mutualisté a parazité rozdělují na druhy fakultativní (příležitostné) a obligátní (závazné) (Klán, 1989).

## 3.4 Paraziti

Parazitické druhy najdeme v celém systému houbových organismů (viz kap. 3.2). Připomeňme taxon Plasmodiophoromycota ze "superskupiny" SAR a na opačném konci pomyslné škály druhy z Ascomycota řazené do "superskupiny" Opisthokonta.

Je zřejmé, že členění těchto organismů na základě jejich přirozené klasifikace by působilo velmi těžkopádně a nepřehledně. V těchto materiálech proto kvůli lepší orientaci zavedeme umělý systém, ve kterém jsou jednotlivé druhy seskupeny podle okruhu svých hostitelů na parazity rostlin, živočichů (včetně člověka) a jiných druhů hub.

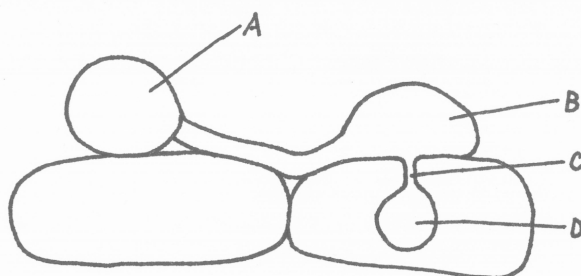
### 3.4.1 Paraziti rostlin

Houbové organismy patří mezi nejvýznamnější rostlinné patogeny vůbec. Odhaduje se, že až 70 % nejzávažnějších onemocnění zemědělských plodin je způsobeno právě houbami (Deacon, 2006). Ve vyspělých státech tvoří roční ztráty způsobené šířením houbových patogenů 6-10 % celkové rostlinné produkce, v rozvojových zemích s omezeným přístupem k fungicidům či jiným způsobům biologické kontroly jsou běžné 30-50% ztráty, které na mnoha místech vedou k hladomoru s četnými oběťmi na životech (Kelman et al., 2016). Známým příkladem je epidemie plísně bramborové kolem roku 1840 v Irsku. Alespoň půl milionu lidí tehdy zemřelo hladem a zhruba stejné množství emigrovalo do zbytku Evropy a Severní Ameriky (Deacon, 2006).

Rostlinné patogeny jsou nicméně přirozenou součástí všech ekosystémů a napomáhají v udržování rovnováhy mezi velikostmi populací jednotlivých druhů rostlin (Kelman et al., 2016). Masová šíření parazitických hub spojená s nezanedbatelnými ekonomickými ztrátami obvykle bývají důsledkem špatného hospodaření člověka (Klán, 1989). Pěstované druhy rostlin jsou oproti svým divoce rostoucím předkům méně odolné a polní pěstování na rozlohách až mnoha tisíc čtverečních kilometrů v monokultuře se stejným genetickým základem představuje vynikající podmínky k rychlému a devastujícímu šíření patogenů (Kelman et al., 2016).

Infekce rostliny patogenem probíhá v několika krocích. Prvotní kontakt mezi parazitem (výtrusem houby) a potenciálním hostitelem označujeme termínem inokulace (Kůdela, 1989). Spora vyklíčí a do buněk pletiva vysílá průnikové hyfy. Mnohé patogeny si k tomuto účelu vytváří specializované struktury – tzv. apresoria, což jsou zvětšená houbová vlákna, která se pevně přichycují k rostlinnému povrchu, a poskytují hyfám vrůstajícím do

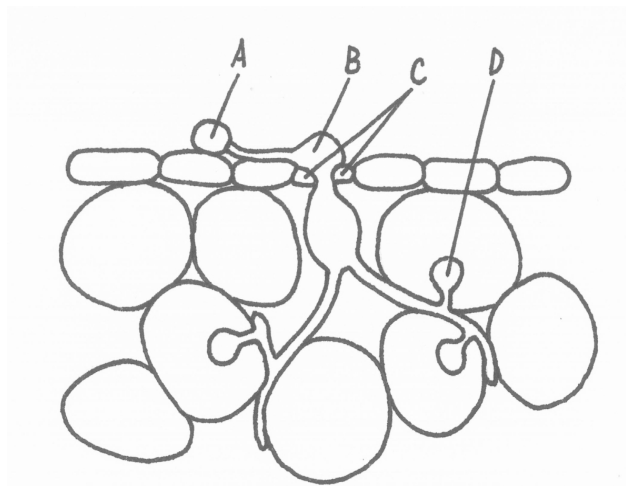
rostliny pevnou oporu a tím i vývin dostatečného tlaku. Společně s vylučováním enzymů vnikají průnikové hyfy do buněk hostitele a přeměňují se na vstřebávací orgány (haustoria), které čerpají živiny (Kúdela, 1989; Klán, 1989). Celý proces zobrazuje obr. 3.4.1.1. Kromě přímého vstupu houby přes rostlinný povrch (kutikulu, buněčnou stěnu a cytoplazmatickou membránu), využívají některé druhy již existujících otvorů – např. průduchů (stomat, viz obr. 3.4.1.2), čočinek (lenticel) nebo různých poranění (typické pro fakultativní parazity) (Klán, 1989).



**Obr. 3.4.1.1 - Infekce rostliny houbovým patogenem.** Spora vyklíčí, průnikovou hyfou penetruje buněčný povrch a haustoriem čerpá živiny.  
A - houbová spora, B - apresorium, C - průniková hyfa,  
D - haustorium (podle Klán, 1989; upraveno).  
(Perokresba L. Jedličková)

Houby, které kolonizují povrch rostliny a živiny získávají z buněk epidermis (pokožky) nebo mezofylu, patří mezi ektoparazity. Haustoria jsou v takových případech jediné struktury, kterými parazit vniká do rostliny (Lebeda et al., 2017). Ektoparazitismus si osvojily některé druhy padlí nebo původce strupovitosti jabloní (*Venturia inaequalis*). Endoparaziti (např. rzi nebo vřetenatky) vnikají do rostliny stejným způsobem, ale mycelium se tvoří také uvnitř rostlinného orgánu. Hyfy nejčastěji prorůstají mezibuněčnými prostory a teprve odtud vysílají haustoria do jednotlivých buněk – viz obr. 3.4.1.2 (Klán, 1989).

Kolonizace rostliny patogenem je provázána rozvojem symptomů houbového onemocnění, které zahrnují jak fyziologické, tak strukturní změny. Patří k nim vadnutí, deformace listů, rakoviny, povlaky na listech, strupovitost, skvrnitost, odumírání apod. Všechny tyto příznaky souvisí s několika základními jevy, které infekci rostliny provází. Jedná se o nekrózu (odumírání buněk a pletiv), hypoplazii (nedokonalý vývin buněk, pletiv nebo celých orgánů), hyperplazii (zmnožení počtu buněk) a hypertrofii (zvětšení velikosti buněk) (Kelman et al., 2016).



**Obr. 3.4.1.2 - Intercelulární mycelium endoparazita.**  
 Hyfa proniká průduchem do rostlinného pletiva, vytváří mycelium a haustorii čerpá z buněk živiny. A - spora, B - apresorium, C - svěrací buňky průduchu, D - haustorium (podle Moore et al., 2011; upraveno) (Perokresba L. Jedličková)

#### 3.4.1.1 Nádorovky (Plasmodiophoromycota)

Oddělení Plasmodiophoromycota je v Cavalier-Smithově systému řazeno do říše Protozoa (prvoci), v systému dle Adla ho najdeme v "superskupině" SAR (Mieslerová et al., 2015).

Všichni zástupci nepočteného oddělení nádorovky (cca 40 druhů) žijí jako vysoce specializovaní obligátní endoparazité rostlin. Převážnou část životního cyklu stráví intracelulárně (uvnitř buněk hostitele) v podobě tzv. paraplazmodií – mnohjaderné buněčné masy, která vzniká opakovaným dělením jader. Kromě paraplazmodií se objevují také dvoubičíkaté zoospory a tlustostěnné přezimující cysty (spory). U hostitelských druhů rostlin dochází k abnormálnímu zvětšení napadených buněk (hypertrofii) a jejich patologickému zmnožení (hyperplazii) (Kalina a Váňa, 2005).

Mezi hospodářsky nejvýznamnější druhy řadíme nádorovku kapustovou (*Plasmodiophora brassicae*) způsobující nádory košťálové zeleniny a původce prašné strupovitosti bramborových hlíz (*Spongospora subterranea*) (Kalina a Váňa, 2005).

Relativně složitý životní cyklus nádorovky kapustové stále obsahuje řadu nejasností (Kageyama et al., 2009). Za vhodných podmínek vyklíčí z odpočívající, odolné, haploidní spory (cysty) nacházející se v půdě primární zoospóra. Ta pronikne do kořenového vlásku hostitele a zformuje v něm mnohjaderné haploidní paraplazmodium, které se později rozdělí na několik zoosporangii. Z každého se uvolní 4–16 sekundárních zoospor. Předpokládá se, že některé zoospory mohou fungovat jako gamety a splynout, za tvorby dvoujaderných buněk.

Sekundární zoospory infikují buňky primární kůry kořene a vytváří v nich mnohojaderné paraplazmodium, které působí vznik hypertrofií a hyperplazií. Haploidní jádra paraplazmodií pravděpodobně splývají za tvorby diploidního paraplazmodia a následně podléhají meióze. V konečném stádiu jsou napadené buňky vyplněné tlustostěnnými sporami (cystami), které se rozpadem tkáně uvolňují do půdy. Zde přezimují a vyčkávají na vhodné podmínky k jejich opětovnému vyklíčení (Kageyama et al., 2009; Kalina a Váňa, 2005).

#### 3.4.1.2 Houby vaječné (Oomycota)

Oddělení Oomycota (houby vaječné) bylo z původního zařazení mezi Chromista přesunuto do fylogenetické větve SAR (Mieslerová et al., 2015). Stélka většiny zástupců vaječných hub je tvořená vláknitým, větveným, nepřehrádkovaným myceliem. U parazitických druhů se pak hyfy v hostitelských buňkách mění na haustoria, která čerpají živiny. Na myceliu se v době pohlavního rozmnožování vytváří specializovaná gametangia – samčí se označuje jako anteridium, samičí nese název oogonium. Po jejich kontaktu se mezi nimi vytváří tzv. kopulační kanálek, kterým přechází samčí jádro z anteridia do oogonia, kde splývá se samičím jádrem. Vzniklá zygota je tlustostěnná a označuje se jako oospora. Jelikož se během pohlavního procesu nevytváří volné gamety, ale kopulují celá gametangia označuje se tento typ rozmnožování jako oogametangiogamie. Nepohlavní rozmnožování je obvykle zajištěno zoosporami (Kalina a Váňa, 2005).

#### PERONOSPOROMYCETIDAE

Podtřída Peronosporomycetidae obsahuje v rámci řádů Peronosporales a Pythiales hospodářsky i ekonomicky významné fytopatogenní druhy. Vřetenatka révová (*Plasmopara viticola*) napadá vinnou révu a plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*), o které byla krátká zmínka v úvodu kapitoly 3.4.1, působí značné škody na bramborech (Kalina a Váňa, 2005).

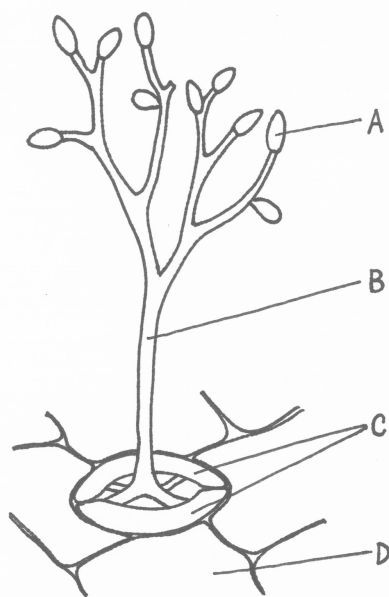
Vřetenatka révová je obligátní parazit z řádu Peronosporales. Napadené listy vinné révy se projevují žlutavými olejnatými skvrnami. Na spodní straně listu pak vyrůstají svazečky sporangioforů (speciálních hyf nesoucích sporangia) (Kalina a Váňa, 2005). Patogen rovněž napadá a znehodnocuje vinné hrozny a způsobuje tak ekonomické ztráty vinařům (Gessler et al., 2011).

V Evropě se poprvé objevila v roce 1878 ve Francii, kam byla neúmyslně zavlečena s americkými podnožemi vinné révy. Od té doby se šířila vinařskými oblastmi a především

počátkem 20. století zasáhla nejdrastičtěji Francii, Německo, Švýcarsko a Itálii (Gessler et al., 2011).

Vřetenatka přezimuje mezi spadánými listy vinné révy v podobě oospory vzniklé oogametangiogamií. Na jaře pak vyklíčí v zoosporangium, které produkuje diploidní zoospory. Ty infikují vinnou révu a prorostou do listových pletiv, kde vytváří intercelulární mycelium. Na spodní straně listu skrz průduchy vyrůstají z mycelia sporangiofory nesoucí zoosporangia, ve kterých dochází k meióze. Haploidní zoospory šíří sekundární infekci. Ke konci vegetační sezóny se vytváří na myceliu anteridia a oogonia, dochází k jejich kopulaci a vzniku tlustostěnných oospor (Burruano, 2000; Kalina a Váňa, 2005).

Z dalších zástupců téhož řádu uvedeme druh vřetenatka (plíseň) okurková (*Pseudoperonospora cubensis*), plíseň salátová (*Bremia lactucae*) nebo plíseň bělostná (*Albugo candida*), která parazituje především na kokošce pastuší tobolce (Kalina a Váňa, 2005).



**Obr. 3.4.1.2.1 - Sporangiofor se sporangii (*Phytophthora infestans*).** A - sporangium, B - sporangiofor, C - svěrací buňky průduchu, D - buňka epidermis (podle Deacon, 2006; upraveno) (Perokresba L. Jedličková)

Druhým hospodářsky nejvýznamnějším parazitem podtřídy Peronosporomycetidae je hemibiotrofní plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*) z řádu Pythiales. Pochází s největší pravděpodobností ze středního Mexika a do Evropy se dostala ještě před rokem 1840, kdy na území Irska způsobila devastující ztráty brambor. Projevuje se tmavými skvrnami, které se šíří na listech brambor, a na jejich spodní straně produkují sporangiofory, které prorůstají podobně

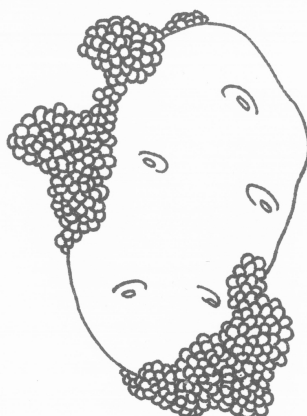
jako u vřetenatky révové skrz průduchy (viz obr. 3.4.1.2.1). Hlízy brambor jsou napadeny později během sezóny, pravděpodobně zoosporami (Deacon, 2006). Tvoří se na nich šedé skvrny, pod nimiž pletivo hnědne (Kalina a Váňa, 2005).

Další zástupci řádu Pythiales působí hniloby kořenů, padání klíčnic rostlin apod. (Kalina a Váňa, 2005).

### 3.4.1.3 Houby buněkotvaré (Chytridiomycota)

Oddělení Chytridiomycota je jediný taxon v rámci říše Fungi, který tvoří bičíkaté spory (zoospory). Jejich prostřednictvím probíhá nepohlavní rozmnožování a u nejprimitivnějších zástupců také rozmnožování pohlavní. Zoospory se za takových podmínek chovají jako gamety a vzájemně kopulují. Zástupci buněkotvarých hub se vyskytují jak ve vodě tak v půdě. Někteří se živí saprotrofně na rostlinném detritu, ovoci nebo pylových zrnech, jiné druhy parazitují na řasách, houbách, živočiších i cévnatých rostlinách (Kalina a Váňa, 2005).

Řád Chytridiales je početně největší a nejvýznamnější. Zahrnuje opět jak saprotrofy tak parazity, kteří mnohdy napadají zemědělsky významné plodiny a způsobují značné škody. Za nejznámější parazitický druh lze bezpochyby považovat rakovinec bramborový (*Synchytrium endobioticum*) – viz obr. 3.4.1.3.1. Tento druh způsobuje bujení pletiv hlíz bramboru a vznik charakteristických tmavých bradavičnatých nádorů (Kalina a Váňa, 2005).



**Obr. 3.4.1.3.1 - Rakovinec bramborový (*Synchytrium endobioticum*).** Hlíza s nádory. (podle Sedlářová a Vašutová, 2004-2007; upraveno) (Perokresba L. Jedličková)

Jednobičíkaté zoospory, které na jaře vyklíčí z odpočívajícího sporangia, vniknou do buněk hlízy bramboru. Parazitický protoplast se postupně zvětšuje, až se nakonec obalí tlustým, žlutohnědým obalem. Tento útvar se označuje jako prosorus neboli letní výtrus.



V okolí nákazy dochází k patologickému množení buněk a vzniku charakteristických nádorů, které zvětšují plochu, jež může být patogenem napadena. Stěna zralého prosoru praskne a do zbylého prostoru hostitelské buňky vyhřezne protoplast parazita. Současně dochází k jeho dělení a vzniku 1 až 9 zoosporangií. Uvolněné jednobíčíkaté haploidní zoospory šíří nákazu a infikují další hlízy bramboru. V podmínkách fyziologického stresu (nedostatek vláhy, nevhodná teplota) dochází ke kopulaci vzniklých zoospor a nastartování pohlavního cyklu. Plazmogamie dvou zoospor je následovaná karyogamií a vzniklá diploidní zygota opět infikuje hostitele. V buňce se však tentokrát tvoří tzv. odpočívající sporangium, které je tlustostěnné a mimořádně odolné. Za vhodných podmínek z něj na jaře klíčí nové haploidní zoospory, v opačném případě setrvává zoosporangium v půdě, kde může v životaschopném stavu vydržet 40 až 50 let (Kalina a Váňa, 2005; Franc, 2007)!

Nákaza se pravděpodobně objevila poprvé v Evropě, na území Velké Británie a nedlouho potom se rozšířila po celém kontinentu. Na území dnešní České republiky byl hlášen první výskyt rakovince bramborového kolem roku 1888. Dnes je onemocnění známo nejen z Evropy, ale také z Asie, Afriky, Ameriky a Oceánie. Vzhledem k dlouhé klíčivosti jeho sporangií a nedostatku chemických postřiků, je tento druh považován za nejnebezpečnější nákazu bramboru a na celém světě existují přísná karanténní nařízení spojená s jeho výskytem (Franc, 2007).

Z dalších hospodářsky významných parazitických druhů zmíníme druh lahvičkovka zelná (*Olpidium brassicae*) ze sesterského řádu Spizellomycetales, který způsobuje nekrotické černání hypokotylu a padání klíčících rostlin čeledi brukvovité, nebo fysodermu kukuřičnou (*Physoderma maydis*) z řádu Blastocladales, která se projevuje hnědou skvrnitostí rostlin (Kalina a Váňa, 2005).

#### 3.4.1.4 Vřeckovýtrusé houby (Ascomycota)

Oddělení vřeckovýtrusé houby (Ascomycota) je druhově nejpočetnější skupina. Odhaduje se, že taxon pojímá asi 33 000 druhů hub. Většinou mají dobře vyvinuté přehrádkované mycelium. Charakteristickým znakem oddělení Ascomycota je tvorba vřecek – jednobuněčných meiosporangií, kde dochází meiózou k tvorbě tzv. askospor. Redukční dělení je obvykle následováno mitózou, takže ve vřecku (ascus) vzniká celkově 8 askospor. Některé druhy tvoří plodnice (ascmata). (Kalina a Váňa, 2005). Systém fytopatogenních druhů, o nichž bude ještě řeč, ukazuje pro větší přehlednost tabulka 3.4.1.4.1.

**Tab. 3.4.1.4.1 - Systém fytopatogenních druhů oddělení Ascomycota.**

| pododdělení      | třída                      | řád                       |
|------------------|----------------------------|---------------------------|
| Taphrinomycotina | Taphrinomycetes            | Taphrinales               |
| Pezizomycotina   | Leotiomycetes              | Erysiphales               |
|                  |                            | Helotiales                |
|                  |                            | Rhytismatales             |
|                  | Sordariomycetes            | Hypocreales               |
|                  |                            | Diaporthales (antraknóza) |
| Dothideomycetes  | Dothideales (strupovitost) |                           |

### TAPHRINALES

Dikaryotické mycelium zástupců řádu Taphrinales infikuje pletivo hostitele a způsobuje jeho hypertrofii a hyperplazii vedoucí k nádorovitému bujení. Při povrchu napadeného rostlinného orgánu se vytváří vrstva tzv. askogenních buněk, v nichž dochází ke karyogamii, meióze a následné mitóze. Vzniklá vřecka prorážejí povrchovou kutikulu a po dozrání na vrcholu praskají a uvolňují askospory do vnějšího prostředí. Askospory se rozmnožují pučením a produkují kvasinkové buňky, blastospory, které představují haploidní fázi životního cyklu. Posléze dochází k plazmogamii a vzniku dikariotického mycelia, které je opět připraveno k infekci vhodného hostitele (Nischwitz et al., 2011; Kalina a Váňa, 2005).

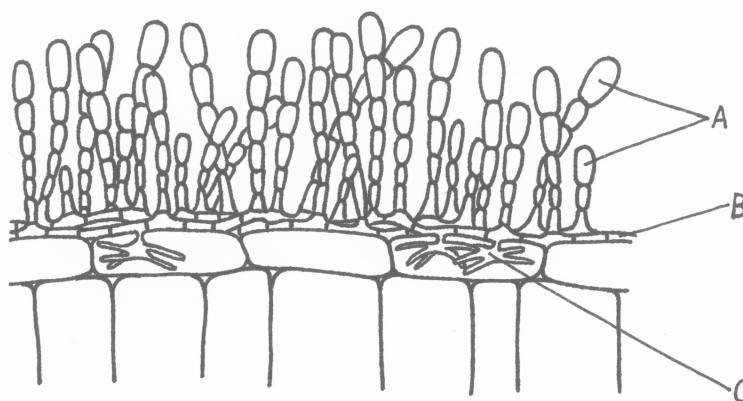


**Obr. 3.4.1.4.1 - Kadeřavka broskvoňová (*Taphrina deformans*).**  
(Foto L. Jedličková)

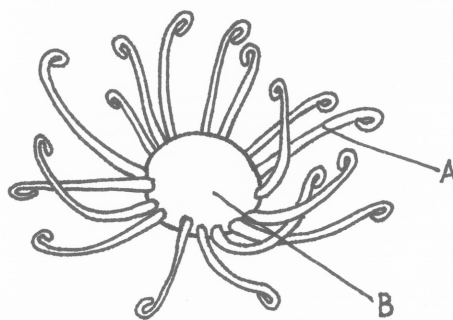
Zástupci tohoto řádu jsou vysoce specifictí parazité rostlin, kteří se projevují kadeřavostí listů, deformací plodů, zmnožením větví a tvorbou takzvaných "čarověníků". Nejznámějším druhem je kadeřavka (palcatka) broskvoňová (*Taphrina deformans*), která způsobuje kadeřavost listů broskvoně (Kalina a Váňa, 2005). Napadené listy vytváří žluté až červeně zbarvené puchýřovité nádory, pak hnědnou a usychají – viz obr. 3.4.1.4.1 (Kendrick, 2000). Kadeřavka švestková (*Taphrina pruni*) napadá plody a tvorbou čarověníků je známá kadeřavka březová (*Taphrina betulina*) (Kalina a Váňa, 2005).

## ERYSIPHALES

Všichni zástupci řádu Erysiphales (cca 820 druhů) jsou obligátní paraziti cévnatých rostlin a způsobují chorobu, která se označuje jako padlí. Houby vytváří povrchové mycelium (přehrádkované, jednojaderné), které dodává infikovanému orgánu charakteristický jakoby pomoučený vzhled. Některé hyfy pronikají do buněk epidermis a přeměňují se na haustoria (Kendrick, 2000). Nepohlavně se rozmnožují pomocí konidií, které vznikají tvorbou přehrádek a rozpadem krátkých vzpřímených hyf na jednobuněčné úseky. Tyto spory se u řádu Erysiphales označují jako oidie (viz obr. 3.4.1.4.2) (Váňa, 1996). Pohlavním rozmnožováním je gametangiogamie. Při ní dochází ke splnutí jádra samičího pohlavního orgánu (askogonu) s jádrem samčího gametangia (antheridia). Ze zygoty vzniklá vřečka jsou uzavřena v tmavě zbarvených kulovitých plodnicích (chasmotheciích), která jsou na povrchu opatřena přívěsky (viz obr. 3.4.1.4.3) (Lebeda et al., 2017). Jejich tvar, délka i rozvětvení jsou rodově charakteristické (Kalina a Váňa, 2005).



**Obr. 3.4.1.4.2 - Povrchové mycelium řádu Erysiphales.** A - oidie (konidie), B - mycelium na rostlinném povrchu, C - rozvětvená haustoria (Kalina a Váňa 2005, upraveno) (Perokresba L. Jedličková)



**Obr. 3.4.1.4.3 - Plodnice rodu *Erysiphe* (dříve *Uncinula*). A - přívěsek, B - kulovitá plodnice s vřecy (Kalina a Váňa 2005, upraveno) (Perokresba L. Jedličková)**

Zástupcem je např. americké padlí angreštové (*Podosphaera mors-uvae*), které způsobuje velmi vážnou infekci angreštů a černého rybízu a napadá listy, stonek i bobule (Wenneker, 2016). Dále sem řadíme velmi hojné padlí dubové (*Erysiphe alphitoides*, viz obr. 3.4.1.4.4), padlí javorové (*Sawadaea bicornis*) nebo třeba padlí jetelové (*Erysiphe trifolii*).



**Obr. 3.4.1.4.4 - Padlí dubové (*Erysiphe alphitoides*). (Foto L. Jedličková)**

## RHYTISMATALES

Řád Rhytismatales je typický tvorbou stromat – kompaktních myceliálních vrstev, v nichž se tvoří rozmnožovací struktury. Samčí gametangium se tentokrát netvoří, namísto toho splývá jádro askogonu s nepohlavní konidií. Vřecka s askosporami jsou uzavřená v plodnicích (askomatech) a za vlhka se otevírají. Nejznámějším zástupcem je druh svařetelka javorová (*Rhytisma acerinum*), který parazituje zejména na javoru klenu (viz obr. 3.4.1.4.5). Na podzim

se vyvíjí na listech tmavá stromata se žlutým lemováním, v nichž se tvoří nepohlavní výtrusy (konidie). Plodnice s věčky se objevují v zimě nebo na jaře zanořená ve stromatu již mrtvých listů (Holec et al., 2012). Řád zahrnuje také zástupce napadající jehlice, např. skulinatec borový (*Lophodermium pinastri*) (Kalina a Váňa, 2005).



**Obr. 3.4.1.4.5 - Svrašťelka javorová (*Rhytisma acerinum*).**  
(Foto L. Jedličková)

## HYPOCREALES

Řád Hypocreales je další taxon věckovýtrusých hub. Zahrnuje jak saprotrofní tak fakultativně parazitické druhy rostlin. Také sem patří významní paraziti hub a některých bezobratlých živočichů, o nichž se zmíníme v kapitolách 3.4.2 a 3.4.3. Plodnice těchto druhů jsou živě zbarvené a někdy mohou být uspořádané uvnitř stromat. Nepohlavní rozmnožování je zajištěno tvorbou konidií. Konidiofory, na nichž tyto nepohlavní spory vznikají, se mohou někdy sdružovat v konidiomata (útvary podobné plodnicím). U některých zástupců se můžeme setkat rovněž s tvorbou sklerocií – tvrdých útvarů tvořených houbovými hyfami, které často slouží k přečkání nepříznivých podmínek (Kalina a Váňa, 2005).

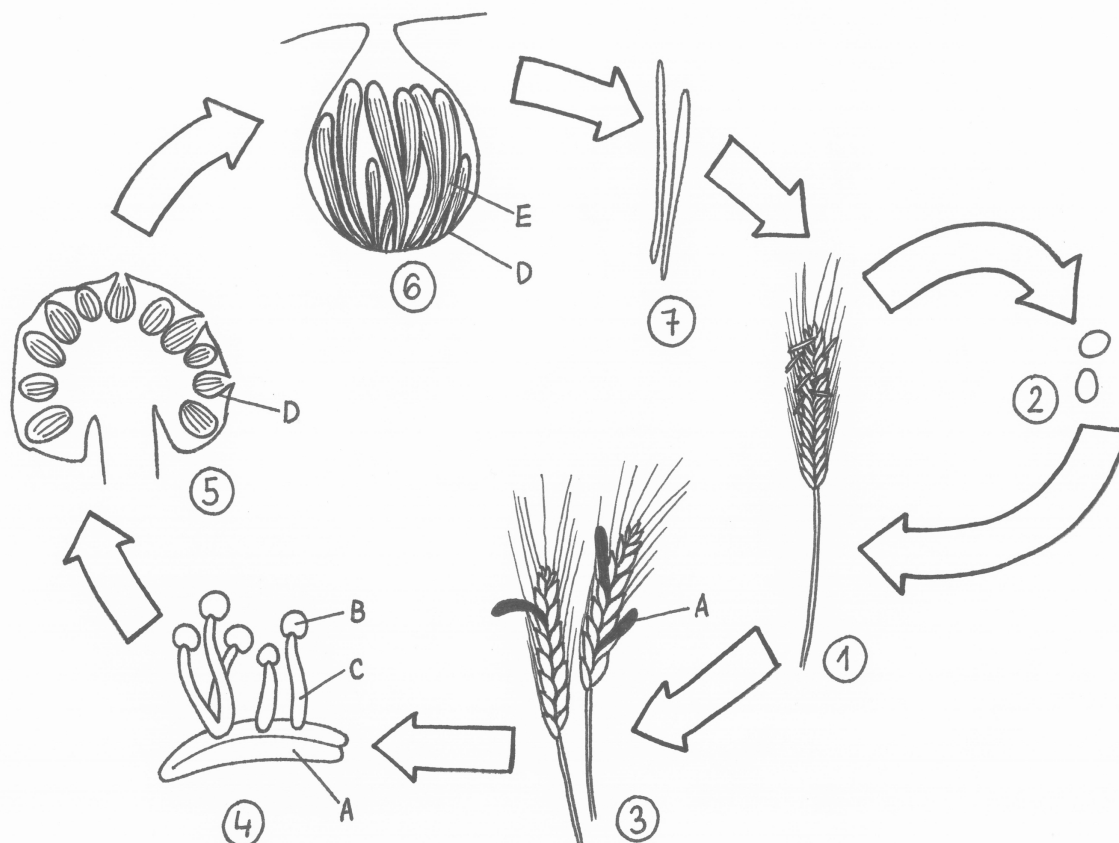
Známým zástupcem je rod rážovka (*Nectria*). Jeho nejběžnější druh, rážovka rumělková (*Nectria cinnabarina*), se běžně vyskytuje na větvích listnatých stromů. Nejčastěji se setkáme s jejím nepohlavním stádiem, které se projevuje skupinkami růžových konidiomat, která mají tvar nejvýš 2 mm širokých bochánků (Holec et al., 2012). Ačkoli se tento druh považuje spíše za saprotrofa, byly zaznamenány i případy parazitického chování (Hirooka, 2011).

Rozhodně nesmíme opomenout hospodářsky významnou paličkovici nachovou (*Claviceps purpurea*; viz obr. 3.4.1.4.6), která parazituje v semenících čeledi lipnicovitých, včetně obilnin (např. žita) (Kalina a Váňa, 2005). Askospory jsou v době květu větrem přeneseny na bliznu pestíku, kde vyklíčí a prorostou do semeníku. Společně s velkým množstvím konidií se zde tvoří také sladce vonící nektar, který láká hmyz, a umožňuje tak roznos nepohlavních spor na další hostitele. Napadený semeník se postupně přemění v 1 až 2 cm dlouhé tmavě fialové sklerocium, které se označuje jako námel. Útvar nápadně vyčnívá z klasu a nakonec vypadává na zem. Sklerocia přezimují a na jaře z nich vyrůstají stromata členěná na sterilní stopku a purpurovou plodnou hlavičku, která obsahuje plodnice s věčky. Nápadně tenké askospory jsou vystřelovány z věcek a unášeny větrem na další rostliny (Kalina a Váňa, 2005; Kendrick, 2000; Holec et al., 2012). Paličkovice nachová se dřív vyskytovala poměrně hojně. Pokud se sklerocia dostala do mouky, způsobovala otravu zvanou ergotismus, kterou vyvolával vysoký obsah námelových alkaloidů (ergotinin, ergotamin). Dnes se paličkovice pěstují v kulturách a extrahované alkaloidy se používají k výrobě léčiv (např. proti krvácení) (Mieslerová et al., 2015).

#### DALŠÍ ZÁSTUPCI ODDĚLENÍ ASCOMYCOTA

Mezi věckovýtrusými houbami najdeme i další parazity rostlin, např. strupatku (rod *Venturia*), původce strupovitosti ovoce. Askospory napadají listy a mladé větévky, na nichž vytváří povrchové mycelium s konidiofory. Konidie rozšiřují infekci nejen na další listy, ale také na plody. Později mycelium prorůstá do hloubky rostlinných pletiv, vytváří pohlavní orgány a po oplození plodnice s věčky. Strupovitost postihuje jabloně (strupatka jabloňová, *Venturia inaequalis*), hrušně (strupatka hrušňová, *Venturia pirina*) a další druhy ovoce (Mieslerová et al., 2015).

Druh *Ophiognomonium leptostyla* je původcem poměrně běžné antraknózy ořešáku, která se projevuje skvrnitostí listů a nektrotizací plodů (Sogonov et al., 2008). Rod braničnatka (*Septoria*) způsobuje tzv. septoriovou skvrnitost. Rod *Alternaria* se lidově označuje jako čerň. Zástupci jsou spíš druhy saprotrofními, ale někdy mohou přecházet až k parazitismu a lze je tedy pokládat za fakultativní parazity. Dalším významným rodem hub je např. tečkovka (*Mycosphaerella*). Nejčastěji se setkáme s tečkovkou jahodníkovou (*Mycosphaerella fragariae*), která způsobuje skvrnitost listů jahodníků. (Kalina a Váňa, 2005).



**Obr. 3.4.1.4.6 - Životní cyklus paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*).** ① kvetoucí žito, ② konidie, ③ žito s námelem, ④ námel se stromatem, ⑤ příčný řez hlavičkou stromatu, ⑥ detail plodnice, ⑦ askospory; A - sklerocium paličkovice nachové (námel), B - hlavička stromatu, C - stopka stromatu, D - plodnice s vřecky, E - vřecko s askosporami (podle Kalina a Váňa, 2005; upraveno). (Perokresba L. Jedličková)

### 3.4.1.5 Stopkovýtrusé houby (Basidiomycota)

Oddělení Basidiomycota (stopkovýtrusé houby) dostalo svůj název podle bazidií – specializovaných buněk ve kterých vznikají meiózou pohlavní výtrusy (bazidiospory). Některé skupiny jsou charakteristické tvorbou makroskopických plodnic (bazidiomat), které bývají rozlišené na klobouk a třeň (Kalina a Váňa, 2005). Zařazení parazitických druhů stopkovýtrusých hub objasňuje tabulka 3.4.1.5.1.

**Tab. 3.4.1.5.1 - Systém fytopatogenních zástupců oddělení Basidiomycota.**

| třída             | podtřída            | řád           |
|-------------------|---------------------|---------------|
| Urediniomycetes   | Urediniomycetidae   | Uredinales    |
| Ustilaginomycetes | Ustilaginomycetidae | Ustilaginales |
|                   | Exobasidiomycetidae | Tilletiales   |
| Agaricomycetes    | Agaricomycetidae    | Polyporales   |
|                   |                     | Agaricales    |

## UREDINALES (RZI)

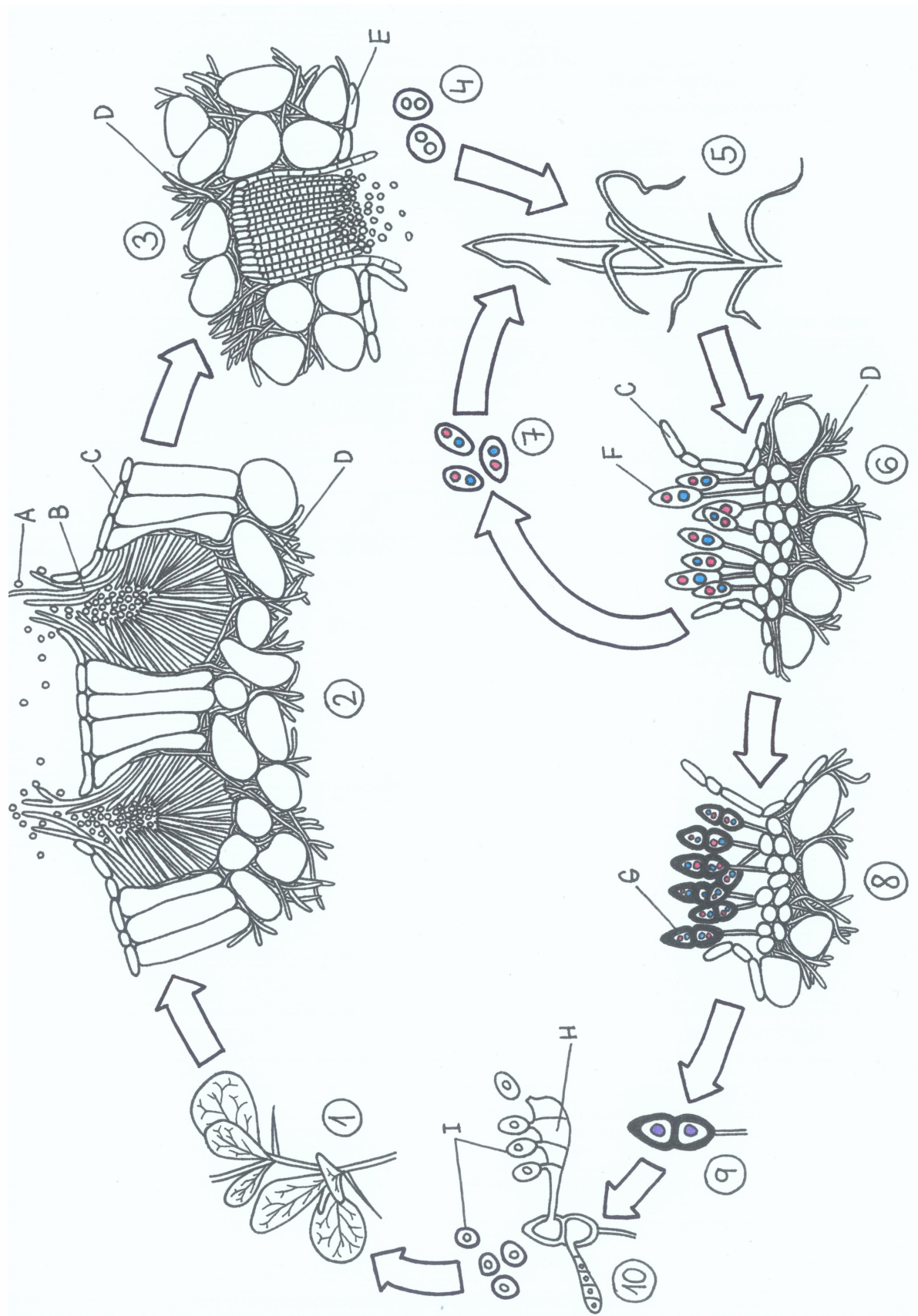
Rzi zahrnují obligátně biotrofní endoparazity rostlin s poměrně komplikovaným životním cyklem, v jehož průběhu dochází u některých zástupců dokonce ke střídání hostitelů (druhy dvoubuněčné, dioecické). Kromě již zmíněných bazidiospor produkují rzi v průběhu vegetačního období až čtyři další typy spor, které vznikají v ložiscích houbového mycelia. Tyto myceliální kupky (sori) se tvoří pod epidermis rostlinného orgánu, která posléze praská a obnažuje tvořící se spory (Kalina a Váňa, 2005).

Životní cyklus začíná infekcí mezihostitele bazidiosporami. Tyto haploidní spory vyklíčí, pronikají do rostlinného pletiva a vytváří v něm haploidní mycelium, které na svrchní straně listu brzy zformuje drobná ložiska zvaná spermogonia. V nich se mitoticky tvoří haploidní buňky (spermacie), které jsou obvykle hmyzem přenášeny na tzv. receptivní hyfy. Spermacie a receptivní hyfa vhodného párovacího typu (+ a -) navzájem splynou a vytváří dikaryotickou hyfu. Dikaryotické mycelium pocházející z této hyfy proroste až ke spodní straně listu a vytváří zde tzv. aecia neboli prášilkky, které produkují velká množství dikaryotických aeciospor (jarních výtrusů). Ty se potom větrem přenáší na hlavního hostitele.

Do dvou týdnů po infekci se na pokožce listů objeví nápadné, oranžově zbarvené útvary – uredia, díky nimž se celý řád označuje přiléhavým názvem rzi. V průběhu jara a začátkem léta produkují uredia velká množství dikaryotických urediospor (letních výtrusů), která se masově šíří a infikují další jedince téhož hostitelského druhu. Koncem léta se produkce letních výtrusů ukončí a na místě uredií se vytvoří telia – ložiska zimních výtrusů (teliospor). V těchto tlustostěnných, tmavě zbarvených, jedno i vícebuněčných sporách dochází ke karyogamii. Vzniklé diploidní buňky, zygoty, na jaře vyklíčí do kyjovitě zahnuté bazidie, ve které se meiózou vytvoří čtyři haploidní bazidiospory. Jejich přenosem na mezihostitele se životní cyklus uzavírá (Young a Giuffré, 1982; Kalina a Váňa, 2005).

Typickým zástupcem je rez travní (*Puccinia graminis*) – viz obr. 3.4.1.5.1 a 3.4.1.5.2. Hostiteli tohoto druhu jsou rod dřívěšník (*Berberis*) a zástupci čeledi lipnicovitých. Pro rez travní i další druhy rodu *Puccinia* jsou typické dvoubuněčné teliospory. Rez hrachová (*Uromyces pisi*) a rez fazolová (*Uromyces phaseoli*) mají jednobuněčné teliospory. *Gymnosporangium sabiniae* parazituje na různých druzích sadových dřevin (jabloň, hrušeň, jeřáb apod.) a na jalovci. Z mnoha dalších zástupců zmíníme ještě rez vejmutovkovou (*Cronartium ribicola*), která tvoří aecia na borovicích s pěti jehlicemi ve svazečku (především na invazní borovici vejmutovce). Mezihostitelem je pak rybíz nebo angrešt (Kalina a Váňa, 2005).





**Obr. 3.4.1.5.1 - Žítvotní cyklus rzi travní (*Puccinia graminis*).** ① dřítál, ② spermogonia, ③ aecium, ④ aeciospory, ⑤ zástupce čeledi lipnicovité, ⑥ uredium, ⑦ urediospory, ⑧ telium, ⑨ teliospora po karyogamii, ⑩ bazidie s bazidiosporami, A - spermacie, B - receptivní hyfa, C - svrchní epidermis, D - houbové mycelium, E - spodní epidermis, F - urediospora, G - teliospora před karyogamii (Young a Giuffré, 1982; Leonard, 2016; upraveno) (Perokresba L. Jedličková)



**Obr. 3.4.1.5.2 - Rez travní (*Puccinia graminis*).** Rezavé kupky urediospor. (Foto L. Jedličková)

#### USTILAGINALES (PRAŠNÉ SNĚTI)

Řád Ustilaginales (prašné sněti) má oproti ržím jednodušší životní cyklus a je pro něj charakteristická redukce haploidní životní fáze. Mycelium se v tomto stadiu tvoří jen výjimečně. Namísto toho se haploidní bazidiospory množí pučením a chovají se podobně jako kvasinky. Vzniklé spory vhodných párovacích typů navzájem splývají a vytváří dikaryotickou buňku, která vyklíčí a infikuje hostitelské pletivo. Po určité době se vytvoří shluky dikaryotických hyf (sori), které jsou místem vzniku velkého množství tlustostěnných, obvykle tmavě zbarvených, větrem roznášených teliospor (někdy také označovaných termínem chlamydospory). Dochází v nich ke karyogamii a následné meióze vedoucí k tvorbě haploidních sporidií (bazidiospor). Tím se životní cyklus uzavírá (Kalina a Váňa, 2005; Bölker, 2001).

Prašné sněti jsou typické vysokou hostitelskou i orgánovou specificitou. Napadají především reprodukční orgány rostlin, ale také stonky nebo listy. Běžným zástupcem je prašná sněť kukuřičná (*Ustilago maydis*). Projevuje se tvorbou hálek, které deformují klas a produkují tmavý prach teliospor (Sedlářová a Vašutová, 2004-2007). Obilky pšenice pak napadá druh *Ustilago tritici* (prašná sněť pšenično-ječná) (Kalina a Váňa, 2005).

## TILETTIALES (MAZLAVÉ SNĚTI)

Mazlavé sněti z řádu Tilletiales mají obdobný životní cyklus jako zástupci prašných snětí. Liší se především způsobem vzniku bazidiospor (sporidií) a nepřítomností kvasinkových stadií (kopulují přímo bazidiospory). I projev choroby je odlišný. Namísto prášivých ložisek se vytváří mazlavá hmota, která obsahuje kromě teliospor také tlející a často páchnoucí houbové hyfy. Hostiteli jsou nezcizka obilniny – např. na pšenici a žitu parazitující mazlavá sněť pšeničná (*Tilletia caries*) nebo *Tilletia horrida*, vyskytující se na rýži (Kalina a Váňa, 2005).

## DŘEVOKAZNÉ HOUBY

Po chemické i fyzikální stránce patří dřevo k neobyčejně obtížně rozložitelným substrátům, které pro většinu hub nejsou dostupné (Deacon, 2006). Druhy, které si tuto schopnost osvojily, najdeme především mezi stopkovýtrusými houbami v řádech chorošotvaré (Polyporales) a lupenotvaré (Agaricales) (Klán, 1989).

Dřevo obsahuje pouze malé množství snadno dostupných cukrů. Největší podíl sušiny představují polymerní látky – celulóza (40–50%), hemicelulóza (25–40%) a lignin (20–35%), jejichž rozložení vyžaduje přítomnost enzymatického aparátu (Mieslerová et al., 2015). Největší překážku představuje posledně jmenovaná sloučenina, lignin, která je chemicky mnohem složitější, ve vodě nerozpustná a zabraňuje enzymům v přístupu k snadněji rozložitelné celulóze a hemicelulóze. Kromě toho obsahuje dřevo poměrně málo dusíku a fosforu a mnoho sloučenin, které mohou být pro houby toxické (např. taniny nebo terpeny) (Deacon, 2006).

Rozlišujeme tři základní způsoby rozkladu dřeva. Původci tzv. hnědé hniloby rozkládají hemicelulózy a celulózu. Dřevo je vlivem zoxidovaného ligninu hnědě až rezavě zbarvené, křehké, drobivé a charakteristicky kostkovitě se rozpadá. Hnědou hnilobu způsobuje jen asi 6% dřevokazných hub, mimo jiné troudnatec pásovaný (*Fomitopsis pinicola*), březovník obecný (*Piptoporus betulinus*) nebo všeobecně známá dřevomorka domácí (*Serpula lacrymans*) (Klán, 1989; Mieslerová et al., 2015).

Mnohem běžnější bílou hnilobu způsobuje např. troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*), hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) nebo václavka obecná (*Armillaria mellea*). Tyto druhy rozkládají kromě celulózy a hemicelulóz také lignin a dřevo přitom charakteristicky světlá (Klán, 1989; Mieslerová et al., 2015).

Měkká hniloba se vyskytuje v mokřem, na dusík bohatém dřevě a způsobují ji především zástupci vřeckovýtrusých hub. Dochází k rozkladu celulózy a hemicelulózy, přičemž lignin zůstává prakticky netknutý (Mieslerová et al., 2015).

Většina zástupců patří mezi saprotrofní druhy, nicméně část má schopnost napadat také živé stromy a řadí se k saproparazitickým druhům (Kalina a Váňa, 2005). Jednou z takových hub je také choroš šupinatý (*Polyporus squamosus*), který můžeme najít poměrně běžně na listnatých stromech. Velké kruhové, oválné až vějířovité plodnice mají okrově zbarvený povrch pokrytý hnědými šupinami. Rourky jsou bílé nebo krémové (Svobodová, 2008).

Sírovec žlutooranžový (*Laetiporus sulphureus*) má žluté až oranžové plodnice, často se zvlňným okrajem, které vyrůstají v trsech, patrovitě nad sebou. Najdeme ho na živém i mrtvém dřevě listnáčů, především dubech, vrbách, topolech, břízách nebo různých ovocných stromech. Svým vzhledem je prakticky nezaměnitelný – viz obr. 3.4.1.5.3 (Socha a Jegorov, 2014).



**Obr. 3.4.1.5.3 - Sírovec žlutooranžový (*Laetiporus sulphureus*). (Foto M. Jedlička)**

Živé jedince napadá také březovník obecný (*Piptoporus betulinus*), který tvoří ledvinovité až škeblovitě, světle zbarvené plodnice s matným až papírovitým povrchem. Roste pouze na břízách (Holec et al., 2012).

Troudnatec pásovaný (*Fomitopsis pinicola*) patří k nejběžnějším druhům řádu Polyporales (Kalina a Váňa, 2005). Tvoří vysoké, tvrdé plodnice kopytovitého tvaru, které bokem přirůstají k živým i odumřelým stromům (nejčastěji smrkům, borovicím, břízám nebo bukům). Na svrchní straně jsou pásované, zpočátku oranžové později červenohnědé až tmavohnědé (viz obr. 3.4.1.5.4) (Socha a Jegrov, 2014). Stejně jako oba předchozí druhy způsobuje hnědou hnilobu. Podobný a stejně hojný troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*) rozkládá dřevo bílou hnilobou (Kalina a Váňa, 2005).



**Obr. 3.4.1.5.4 - Troudnatec pásovaný (*Fomitopsis pinicola*).**  
(Foto L. Jedličková)

Lesnický nejvýznamnější dřevokazný druh je parazitický kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum*), který se šíří především ve smrkových monokulturách (Palovčíková, 2013-2014).

Slabě parazitická je i běžně konzumovaná hlíva ústřičná (*Pleurotus ostreatus*) (Holec et al., 2012) a korálovec jedlový (*Hericium flagellum*, obr. 3.4.1.5.5), se kterým se u nás můžeme setkat především v pohraničních lesích (Běťák, 2010).

Václavka obecná (*Armillaria mellea*) je známý druh charakterizovaný hnědým kloboukem posetým drobnými šupinami a třeněm s prstenem. Jako václavka obecná se dříve označovaly všechny evropské václavky. Dnes rozeznáváme pět samostatných, morfologicky

někdy obtížně rozeznatelných druhů. Z nich nejhojnější je václavka smrková (*Armillaria ostoyae*), která vyrůstá v trsech na pařezech nebo u kmenů smrků. Mycelium václavek vytváří tzv. rhizomorfy, což jsou provazce spletené ze somatických hyf (Kalina a Váňa, 2005; Holec et al., 2012).



**Obr. 3.4.1.5.5 - Korálovec jedlový (*Hericium flagellum*).**  
(Foto L. Jedličková)

#### 3.4.1.6 Paraziti řas

Houby parazitující na sladkovodních i mořských řasách najdeme roztroušené mezi taxony Chytridiomycota, Oomycota, Hyphochytriomycota, Zygomycota a Ascomycota. Z prvně jmenované skupiny se můžeme setkat s rodem *Rhizophydium* nebo s *Chytridium versatile*, který cizopasí na rozsivkách (Carney a Lane, 2014).

### **3.4.2 Paraziti hub**

Některé houbové organismy mají schopnost parazitovat na jiných druzích hub. Tento vztah se označuje termínem mykoparazitismus (Moore et al., 2011) a překvapivě se nejedná o zvlášť vzácný jev. Uvádí se, že tímto způsobem žije téměř 3000 druhů hub (Klán, 1989).

Mykoparazity můžeme analogicky k rostlinným patogenům rozdělit na nekrotrofní a biotrofní druhy. V prvním případě parazit způsobuje degeneraci hostitelských buněk a žije se z již mrtvých hyf. Zástupci se objevují v oddělení Ascomycota (např. rody *Trichoderma* či *Gliocladium*), Zygomycota nebo Oomycota (rod *Pythium*) (Moore et al., 2011) a je pro ně charakteristický široký okruh hostitelů (Deacon, 2006). Biotrofní druhy parazitují na živém

houbovém myceliu. Často se vytváří haustoria, jindy jsou partneři pouze ve velmi těsném fyzickém kontaktu, kdy se parazitická hyfa obtáčí kolem hostitelského houbového vlákna. Většinu zástupců najdeme ve skupině Zygomycota (např. rod *Piptocephalis*) (Moore et al., 2011) a ti až na výjimky parazitují na jiných druzích z téhož oddělení (Deacon, 2006). Pokud hostitelský druh sám žije parazitickým způsobem života, označuje se vzniklý vztah termínem hypermykoparazitismus (Moore et al., 2011).

Mykoparaziti představují slibnou alternativu k fungicidům, neboť mnohé lze využít k biologické kontrole druhů, které parazitují na zemědělsky významných plodinách (Klán, 1989). Nejvýznamnějším zástupcem je v tomto směru rod *Trichoderma*, který cizopasí na půdních houbách. Navíc má stimulační účinky na rostliny a působí negativně vůči dalším mikroorganismům obsaženým v půdě (Mieslerová et al., 2015). Mycelium těchto hub např. ničí parazitické druhy rodu *Sclerotinia*, *Botrytis* a *Fusarium*, o nichž jsme se zmínili v předchozích kapitolách. Obdobné využití má i další půdní druh *GlIOClaDIum roseum* (Klán, 1989). Hyperparazitický druh *Ampelomyces quisqualis* se pro změnu uplatňuje v biologické kontrole padlí, které buď významně zredukuje nebo zcela usmrtí (Mieslerová et al., 2015). Využití v ochraně rostlin a k potlačení dermatomykóz u člověka má i druh *Pythium oligandrum*. Většina zástupců zmíněného rodu je známá svými fytopatogenními účinky, nicméně 6 druhů se řadí k agresivním mykoparazitům s potenciální využitelností v biokontrolě. V České republice je druh *Pythium oligandrum* k dostání v podobě patentovaných výrobků (Mieslerová et al., 2015; Deacon, 2006).

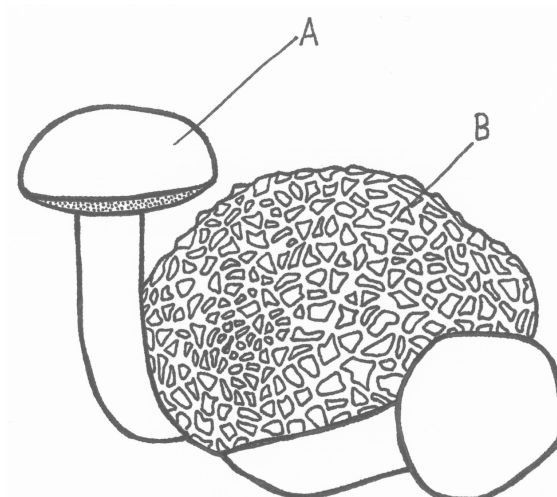
I parazité hub však mohou člověku škodit. Jako příklad můžeme uvést druhy *Mycogone pernicioso* a *Verticillium fungicola*, které parazitují na komerčně pěstovaných žampionech. Mezi hlavní symptomy patří vznik deformovaných plodnic, které mohou v extrémních případech nabýt podoby nediferencovaného houbového pletiva a způsobit tak značné ekonomické ztráty (Moore et al., 2011).

S mykoparazitickými druhy se můžeme setkat běžně i během houbařské sezóny. Například rod nedohub (*Hypomyces*) z již dříve zmíněného řádu Hypocreales napadá plodnice kloboukatých hub. Hřibovité houby pokrývá bílým, později žlutnoucím povlakem nedohub zlatovýtrusý (*Hypomyces chrysospermus*, obr. 3.4.2.1) a chrošovitě houby napadá nedohub oranžový (*Hypomyces aurantiacus*) (Kalina a Váňa, 2005).



**Obr. 3.4.2.1 - Nedohub zlatovýtrusý (*Hypomyces chrysospermus*).**  
(Foto L. Jedličková)

Velmi zajímavým druhem je hřib cizopasný (*Boletus parasiticus*; obr. 3.4.2.2), který parazituje na plodnicích pestřeců. V průběhu srpna začnou parazitické hyfy prorůstat kulovitou plodnicí pestřece obecného (*Scleroderma citrinum*) a z její báze později vyrůstá plodnice hřibu (Klán, 1989). Ačkoli se uvádí, že jsou plodnice jedlé, jejich konzumace se kvůli jedovatosti hostitele nedoporučuje (Moore et al., 2011). Makroskopické plodnice vytváří i housenice cizopasná (*Cordyceps ophioglossoides*), která parazituje na podzemní houbě jelence obecné (*Elaphomyces cervinus*), nebo rovetka pýchavkovitá (*Asterophora lycoperdoides*), jejíž plodnice vyrůstají z klobouku ryzců (Klán, 1989).



**Obr. 3.4.2.2 - Hřib cizopasný (*Boletus parasiticus*).** A - plodnice hřibu, B - plodnice pestřece obecného (*Scleroderma citrinum*). (podle Klán, 1989; upraveno) (Perokresba L. Jedličková)



### 3.4.3 Paraziti živočichů a člověka

V této kapitole se budeme věnovat druhům parazitujícím na bezobratlých živočiších (především hmyzu) i na obratlovcích. Speciální důraz pak bude kladen na savce a zvláště na člověka.

Typickým taxonem, který zahrnuje parazity živočichů, je oddělení mikrosporidie (Microsporidiomycota) z říše Fungi. Zástupci cizopasí především na hmyzu, ale také na rybách, člověku a v menší míře i na druzích z dalších živočišných skupin. Také zmíníme druhy, které náleží do třídy Zygomycetes a oddělení Ascomycota. Zástupci jsou sice převážně saprotrofní, ale některé druhy parazitují mimo jiné na vířnicích, hlísticích, hmyzu i obratlovcích včetně člověka (Kalina a Váňa, 2005).

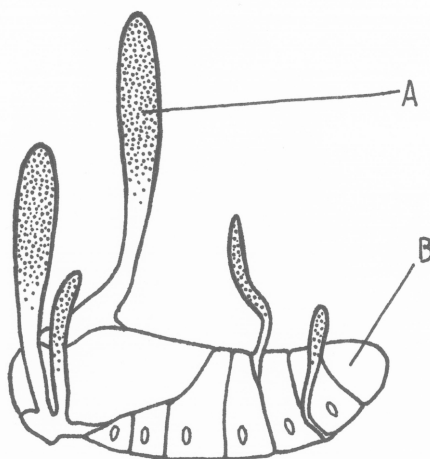
#### 3.4.3.1 Paraziti bezobratlých živočichů

Existence širokého spektra mikroorganismů, které vyvolávají choroby hmyzu, nejrozmanitější skupiny živočichů na Zemi, nevzbuzuje velké překvapení. Mnoho odborníků dokonce věří, že existuje víc entomopatogenů než druhů samotného hmyzu. Vezmeme-li v úvahu, že byl dosud popsán více než milion zástupců třídy Insecta a mnoho z nich na svůj objev teprve čeká, dostáváme se k velmi zajímavým číslům (Moore et al., 2011). V rámci houbových organismů najdeme entomopatogenní zástupce především v oddělení mikrosporidie (Microsporidiomycota), v řádu Hypocreales (Ascomycota) a Entomophthorales (Zygomycota).

Nejznámějším a hospodářsky nejvýznamnějším zástupcem oddělení Microsporidiomycota je hmyzomorka včelí (*Nosema apis*), která působí u včely medonosné tzv. včelí úplavici, neboli nosematózu. Spora se dostane s potravou do trávicího systému včely, kde vyklíčí a pomocí tzv. pólového vlákna (tenké duté trubičky stočené uvnitř spory) propíchnou membránu žaludeční buňky a injikuje do ní obsah spory. Ten se množí, napadá další buňky a vytváří spory, které se společně s výkaly dostávají z napadené včely ven a šíří nákazu. Nosematóza se projevuje poruchami trávení, průjmami a zvýšenou úmrtností včel během zimního období. Hmyzomorka bourcová (*Nosema bombycis*) vyvolává tzv. pébrinu, která vede k úhynu larev bource morušového. K prvotní nákaze dochází podobně jako u hmyzomorky včelí v trávicím systému, odkud se šíří do celého těla. Tento druh byl popsán jako vůbec první zástupce oddělení mikrosporidie a v polovině 19. století způsobil ve Francii těžké ztráty v hedvábnických farmách (Kalina a Váňa, 2005; Moore et al., 2011).

Nejnámějším zástupcem řádu Entomophthorales (oddělení Zygomycota) cizopasícím na hmyzu je hmyzomorka muší (*Entomophthora muscae*). Konidie tohoto patogenu se zachytí na povrchu mouchy, vyklíčí v hyfu a ta pronikne dovnitř hostitele, kde se živí hemolymfou. Tento tzv. muší mor způsobí, že moucha přestane během několika dnů po infekci létat a hyne. Na povrchu mrtvého těla se brzy nato začnou tvořit konidiofory, které do vzdálenosti 1 až 2 cm vystřelují zralé konidie. Tento bílý poprašek se stává zdrojem nákazy dalších jedinců (Kalina a Váňa, 2005).

Rod housenice (*Cordyceps*) najdeme jako součást řádu Hypocreales, který jsme zmiňovali v souvislosti s paličkovicí nachovou (*Claviceps purpurea*). V kapitole 3.4.2 jsme také hovořili o druhu, který parazituje na podzemních houbách. Mnozí další zástupci jsou však známí cizopasníci hmyzu. Např. housenice červená (*Cordyceps militaris*; obr. 3.4.3.1.1) napadá noční motýly. Z housenky nebo kukly hostitele ukryté pod zemí vyrůstá několikacentimetrové oranžově zbarvené stroma a mumifikovaný mrtvý vnitřek hostitele je přeměněn na útvar podobný sklerociu (Klán, 1989). Housenice čínská (*Cordyceps sinensis*) si zase u místních obyvatel vydobyla trvalé místo v tradiční čínské medicíně, kde plní funkci jistého všeléku. Moderní studie nicméně poukazují na jistý medicínský i farmakologický potenciál (Panda a Swain, 2011), na který upozorňují i výrobci potravinových doplňků.



**Obr. 3.4.3.1.1 - Housenice červená (*Cordyceps militaris*).** A – stroma housenice s plodnicemi, B – kukla bourovce borového (*Dendrolimus pini*). (Podle Klán, 1989; upraveno) (Perokresba L. Jedličková)

Kromě hub parazitujících na hmyzu najdeme i druhy, které využívají jako hostitele prvoky (např. *Acaulopage macrospora*) nebo vířníky (např. *Zoophagus insidians*). Hlístice,

především půdní hád'átka, pak loví pomocí různě utvářených pastí dravé druhy hub – např. *Arthrobotrys dactyleoides* (Klán, 1989).

Jelikož k biologické kontrole bezobratlých škůdců se v současnosti používají pesticidy s prokázanými či potenciálně škodlivými účinky na člověka i životní prostředí, intenzivně se studuje možnost využití některých druhů parazitických hub (Deacon, 2006). Ke kontrole molíc a mšic se kupříkladu využívají druhy *Beauveria bassiana* nebo *Lecanicillium lecanii*. Na komárech, které přenáší malárii (rod *Anopheles*), parazitují druhy rodu *Metarhizium*, *Lagenidium giganteum* nebo *Vavraia culicis*. Dlouhodobě se zkoumají také druhy z oddělení Microsporidiomycota a z řádu Entomophthorales. Přípravky využívající hmyzomorku muší (*Entomophthora muscae*) nebo druh *Entomophthora grylli*, který napadá sarančata a kobylky, zatím ale nejsou komerčně dostupné (Mieslerová et al., 2015). Ve vývoji je i aplikace druhu *Arthrobotrys oligospora*, který loví půdní hád'átka (Douda et al., 2011).

#### 3.4.3.2 Paraziti obratlovců (člověka)

V kontrastu k mnoha tisícům houbových organismů, které infikují rostliny, bylo zaznamenáno jen něco kolem 200 až 300 druhů, které mohou způsobovat onemocnění u člověka nebo jiných teplokrevných živočichů (Deacon, 2006). Skutečně závažných infekčních onemocnění způsobených houbami známe asi 135, z nichž jen 60 cizopasí na člověku (Moore et al., 2011). Naprostá většina z nich se pak řadí k tzv. oportunistickým (příležitostným) patogenům, které u zdravých jedinců způsobují jen velmi mírné projevy onemocnění (Deacon, 2006).

Situace se ovšem v posledních několika letech drasticky změnila, protože přibývá lidí se sníženou obranyschopností (např. HIV-pozitivní, pacienti po transplantaci apod.), kteří jsou vůči houbovým onemocněním daleko citlivější. V takových případech může za běžných podmínek neškodná infekce ohrozit i život (Deacon, 2006). Na vině je také časté užívání antibiotik, která vymytí přirozeně se vyskytující mikroorganismy a dají šanci houbám (Klán, 1989).

Houbová onemocnění, neboli mykózy, můžeme rozdělit podle jejich lokalizace na povrchové (dermatomykózy), které postihují kůži nebo viditelné sliznice, a na hluboké (systémové), kdy je houbou zasažen celý orgán (např. plíce) a onemocnění významně ovlivňuje chod celého organismu (Klán, 1989). Povrchové mykózy jsou nejčtenější houbové infekce. Postihují asi 25 % světové populace (tedy zhruba 1,7 milionu lidí). Systémové mykózy jsou sice mnohem méně časté, ale vzhledem k znepokojivě vysoké úmrtnosti si

zasluhují vyšší pozornost. Ročně jim totiž podlehne až jeden a půl milionu lidí (Brown et al., 2012)!

Povrchové mykózy jsou nejčastěji způsobeny třemi rody vřeckovýtusých hub – rodem *Trichophyton*, *Microsporum* a *Epidermophyton*, které se živí keratinem ze zrohovatělých vrstev pokožky, vlasů, vousů, chlupů, nehtů, drápů, rohů nebo peří. Pokud se tyto rody rozmnožují pohlavně (teleomorfní stadium) najdeme je v literatuře pod názvy *Arthroderma* a *Nannizzia*. Ačkoli rozkládají pouze mrtvé tkáně (a striktně vzato se tedy nejedná o parazity), vylučovanými látkami způsobují podráždění a záněty podpovrchových buněk, které mohou vést až k jejich nekróze (smrti). Z nejběžnějších druhů způsobujících dermatomykózy nohou zmíníme *Trichophyton rubrum* a *Trichophyton interdigitale*, kterým se daří v teplých, vlhkých podmínkách (zpotené nohy, zapařené boty). *Trichophyton verrucosum* parazituje na srsti skotu nebo koní. Onemocnění je přenositelné i na člověka, kde může způsobit až permanentní plešatost. Hřebínky drůbeže napadá *Trichophyton gallinae* a *Trichophyton equinum* parazituje na srsti koní. *Microsporum andouinii* najdeme ve vlasech a především na kůži dětí z málo vyspělých zemí. *Microsporum canis* je běžný v srsti psů a koček, odkud se může přenést na děti. *Epidermophyton floccosum* parazituje výhradně na lidech a infikuje kůži a nehty (Moore et al., 2011; Klán, 1989).

Některé houby se dostávají do těla člověka prostřednictvím poranění a vytvářejí tzv. podpovrchové mykózy. *Sporothrix schenckii* se vyskytuje v půdě nebo na rostlinách a může způsobit podkožní vředové onemocnění označované jako sporotrichóza. Vyskytuje se sice celosvětově, ale k největšímu procentu infekcí dochází v Peru (Moore et al., 2011).

Příčinou systémových mykóz jsou buď specializované houbové patogeny nebo oportunistické saprotrofní houby, které způsobují infekci u jedinců s oslabenou imunitou. Do první kategorie spadá kožní a plicní onemocnění blastomykóza, kokcidiomykóza omezená výskytem na severozápad USA a Mexiko nebo histoplazmóza, při které houba parazituje v buňkách vnitřních orgánů (Klán, 1989). K nákaze obvykle dochází vdechnutím spor, takže onemocnění primárně postihují plíce. U nás jsou nákazy vzácné, ale v USA na každou z nich ročně zemře něco okolo 50 lidí (Moore et al., 2011).

V životním prostředí a na lidském těle žije velké množství saprotrofních druhů hub, které za běžných podmínek nepředstavují pro lidské zdraví žádné riziko. Přejít těchto druhů k parazitismu je ovlivněn mnoha faktory – např. oslabením imunity, léčbou širokospektrými antibiotiky, cukrovkou, zvýšeným stresem, hormonálními změnami apod. K houbovým infekcím jsou náchylní především pacienti s AIDS. Uvádí se, že 60 – 80 % HIV-pozitivních

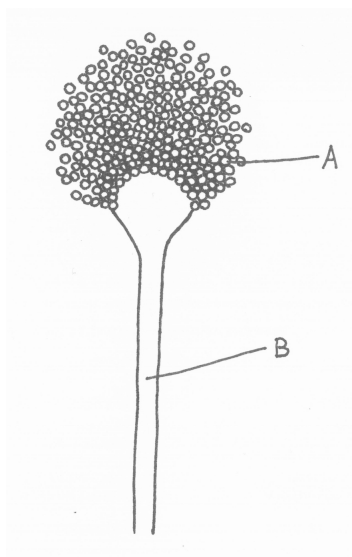
prodělá alespoň jedno houbové onemocnění a 10 – 20 % z nich mu nakonec podlehne. Neméně citliví jsou kvůli imunosupresivním terapiím také pacienti po transplantaci nebo léčbě rakoviny (Moore et al., 2011).

Nejběžnějším oportunním patogenem člověka je kvasinka kandida bělostná (*Candida albicans*) (Klán, 1989), která je zároveň druhým nejčastějším původcem houbových infekcí vůbec (Brown et al., 2012). Vyskytuje se běžně na sliznici v ústech, ve střevě nebo v pochvě zdravých jedinců, kde žije v rovnováze s ostatními mikroorganismy. Normálně člověku nijak neškodí, ale za určitých podmínek může přejít k invaznímu chování, které vede ke vzniku tzv. kandidózy (Deacon, 2006). Povrchová kandidóza postihuje pokožku nebo sliznice (např. dutiny ústní, hltanu, jícnu, močového měchýře nebo pochvy). Mezi hlavní orgány zasažené systémovou kandidózou patří ledviny, játra, slezina, mozek, oči a srdce (Baron, 1996). Vaginální formu kandidózy prodělá alespoň jednou za život až 75 % dospělých žen a s život ohrožující systémovou infekcí bojuje ročně více než 400 000 lidí. Úmrtnost je v tomto případě až 50% (Brown et al., 2012).

Aspergilózy jsou onemocnění plic vyvolaná vdechnutím konidií kosmopolitně rozšířeného rodu *Aspergillus*. Nepostihují jen člověka, ale zaznamenány byly také u všech zdomácnělých savců a ptáků (např. slepic) a u mnoha divokých zvířat. Nejčastějšími původci jsou druhy *Aspergillus fumigatus* (90% aspergilóz člověka, viz obr. 3.4.3.2.1), *Aspergillus flavus* a *Aspergillus niger*. Ačkoli sporům tohoto rodu je běžně vystaven každý, plíce zdravého jedince se dokážou s těmito cizorodými částicemi snadno vypořádat. Onemocnění se může rozvinout u těch osob, které jsou denně vystaveny nadměrně vysokému množství spor (zemědělci, zaměstnanci pivovaru) nebo u lidí s imunosupresivní léčbou. Primárně jsou zasaženy plíce, ale v některých případech se může aspergilóza rozšířit do jater, ledvin, kostí nebo mozku (Moore et al., 2011). Aspergilózy jsou téměř v 95 % fatální (Brown et al., 2012).

Plicní infekci mohou způsobit také rody *Rhizopus*, *Rhizomucor*, *Mucor* a další zástupci třídy Zygomycetes. Onemocnění se označuje jako zygomykóza a v poslední době se ukazuje jako významné u pacientů po transplantaci (Baron, 1996; Moore et al., 2011).

Původcem kryptokokózy je houba *Cryptococcus neoformans*, kterou najdeme běžně v holubím trusu a půdách obohacených ptačími exkrementy. Opouzdřené buňky napadají především plíce člověka, odkud se mohou rozšířit do dalších částí těla. Nejzávažnější formou je kryptokoková meningitida, která se rozvíjí po zasažení mozku. Nejvyšší riziko rozvoje této mykózy mají lidé se sníženou obranyschopností (asi 15 % HIV-pozitivních) (Moore et al., 2011; Deacon, 2006; Klán, 1989).



**Obr. 3.4.3.2.1 - *Aspergillus fumigatus*.**  
A - konidie, B - konidiofor. (Podle Miller, 2008;  
upraveno) (Perokresba L. Jedličková)

Významnou systémovou mykózou je také pneumocystóza, která byla až do 80. let 20. století považována za onemocnění způsobené prvokem. Dnes už víme, že původcem je kvasinková houba z oddělení Ascomycota. Dříve se označovala jako *Pneumocystis carinii*, ale dnes se na počest českého parazitologa Otto Jírovce používá jméno *Pneumocystis jirovecii*. Zasahuje opět především plíce (Moore et al., 2012). Ročně se pneumocystózou nakazí zhruba stejné množství lidí jako systémovou kandidózou a umírá na ni až 80 % z nich (Brown et al., 2012).

## 4. Materiály a metody

### 4.1 Fotografování a sběr herbářových položek

Fotografie parazitických druhů hub jsem pořizovala od srpna roku 2016 do července 2017 ve volné přírodě České republiky (především v okolí obcí Orličky a Výprachtice). Část snímků také pochází z oddělení fytopatologie a z mykologické exkurze pořádané katedrou botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, která probíhala v oblasti Hrubé vody. Fotoaparát Canon G9 a několik fotografií mi zapůjčil Michal Jedlička. Většina snímků je pořízena v režimu makro, který umožňuje zachytit víc detailů, některé jsou potom dodatečně upravovány v počítači (především ořezem). Za fotografii houby parazitující na sinici (cf. *Chytridium*) děkuji doc. RNDr. Petru Hašlerovi, Ph.D. Fotografie všech druhů hub, které jsem využila k vypracování této diplomové práce, jsou uvedeny v tabulce 4.1.1. Herbářové položky (viz dále) jsou označené ve sloupci sběr.

**Tab. 4.1.1 - Seznam vyfotografovaných a nasbíraných hub.**  
Druhy označené (\*) vyfotografoval M. Jedlička.

| český název                     | odborný název                         | původ                   | sběr |
|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|------|
| nádorovka kapustová             | <i>Plasmodiophora brassicae</i>       | sbírky Katedry botaniky | –    |
| vřetenatka révová               | <i>Plasmopara viticola</i>            | sbírky Katedry botaniky | –    |
| plíseň bramborová               | <i>Phytophthora infestans</i>         | sbírky Katedry botaniky | –    |
| plíseň salátová                 | <i>Bremia lactucae</i>                | sbírky Katedry botaniky | –    |
| vřetenatka (plíseň)<br>okurková | <i>Pseudoperonospora<br/>cubensis</i> | sbírky Katedry botaniky | –    |
| kadeřavka broskvoňová           | <i>Taphrina deformans</i>             | Výprachtice             | ano  |
| kadeřavka švestková             | <i>Taphrina pruni</i>                 | sbírky Katedry botaniky | –    |
| padlí kontryhelové              | <i>Podosphaera alchemillae</i>        | Orličky                 | ano  |
| padlí dubové                    | <i>Erysiphe alphitoides</i>           | Orličky                 | ano  |
| padlí javorové                  | <i>Sawadaea bicornis</i>              | Výprachtice             | ano  |
| padlí jetelové                  | <i>Erysiphe trifolii</i>              | Výprachtice             | ano  |
| padlí třezalkové                | <i>Erysiphe hyperici</i>              | Výprachtice             | –    |
| padlí tykvovitých               | <i>Podosphaera xanthii</i>            | Orličky                 | –    |
| plíseň šedá                     | <i>Botrytis cinerea</i>               | Orličky                 | –    |
| kloubnatička ovocná             | <i>Monilia fructigena</i>             | Orličky                 | –    |
| kloubnatička chabá              | <i>Monilia laxa</i>                   | Výprachtice             | –    |
| svraštělka javorová             | <i>Rhytisma acerinum</i>              | Orličky                 | ano  |

|                        |                                       |                         |     |
|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-----|
| rážovka rumělková      | <i>Nectria cinnabarina</i>            | sbírky Katedry botaniky | –   |
| paličkovice nachová    | <i>Claviceps purpurea</i>             | sbírky Katedry botaniky | –   |
| strupatka jabloňová    | <i>Venturia inaequalis</i>            | Orličky                 | –   |
| antraknóza ořešáku     | <i>Ophiognomonia leptostyla</i>       | Výprachtice             | ano |
| rez travní             | <i>Puccinia graminis</i>              | Orličky                 | ano |
| rez hrušňová           | <i>Gymnosporangium sabinae</i>        | Výprachtice             | ano |
| rez vejmutovková       | <i>Cronartium ribicola</i>            | Orličky                 | ano |
| prašná sněť kukuřičná  | <i>Ustilago maydis</i>                | sbírky Katedry botaniky | –   |
| choroš šupinatý        | <i>Polyporus squamosus</i>            | Výprachtice             | –   |
| sírovec žlutooranžový* | <i>Laetiporus sulphureus</i>          | –                       | –   |
| březovník obecný       | <i>Piptoporus betulinus</i>           | Orličky                 | ano |
| troudnatec pásovaný    | <i>Fomitopsis pinicola</i>            | Orličky                 | ano |
| troudnatec kopytovitý  | <i>Fomes fomentarius</i>              | Orličky                 | ano |
| hlíva ústříčná*        | <i>Pleurotus ostreatus</i>            | –                       | –   |
| korálovec jedlový      | <i>Hericium flagellum</i>             | Hrubá voda              | –   |
| václavka*              | <i>Armillaria sp.</i>                 | –                       | –   |
| nedohub zlatovýtrusý   | <i>Hypomyces chrysospermus</i>        | Orličky                 | –   |
| –                      | <i>cf. Trichophyton interdigitale</i> | –                       | –   |
| –                      | <i>cf. Trichophyton rubrum</i>        | –                       | –   |
| –                      | <i>cf. Chytridium</i>                 | Katedra botaniky        | –   |

Některé z nalezených druhů jsem uchovala jako herbářové položky. Rostlinný materiál (listy) jsem lisovala, dřevokazné houby jsem vysoušela a v průběhu zimy uchovávala na suchém, teplém místě. Nasbírané druhy jsem následně uložila do označených obálek a odevzdala na oddělení fytopatologie a mikrobiologie jako pomůcku do výuky.

## 4.2 Perokresby

Součástí diplomové práce jsou také autorské perokresby, které vznikly na základě studia dostupné literatury a reálných mikrofotografií. Jejich účelem je přiblížit čtenáři diskutované struktury, procesy či životní cykly některých druhů. Obrázky jsou přizpůsobeny tak, aby korespondovaly s textem uvedeným v kapitole 3 a napomohly efektivněji proniknout do uvedené problematiky.



## 5. Výsledky

Literární rešerši, autorské fotografie i perokresby jsem zužitkovala při tvorbě Powerpointových prezentací a pracovních listů, které jsou zaměřeny na parazitické druhy hub (viz Přílohy).

Vytvořené materiály jsou primárně určené pro středoškolské studenty se širším zájmem o mykologii a parazitismus. Z tohoto důvodu jsem se při přípravě prezentací zaměřila převážně na druhy, které se uvádí ve středoškolských učebnicích biologie nebo které mají čtenáři možnost běžně zahlédnout ve volné přírodě. Mnohé z uvedených druhů jsou významné z fytopatologického, veterinárního nebo lékařského hlediska a mají tedy pro člověka i jeho společnost velký význam.

Vytvořené Powerpointové prezentace slouží spíš jako doprovodný obrazový materiál. Uvedené informace jsou heslovité a nesou funkci opory. Dle mého názoru by nikdy neměly plně nahradit učitelův výklad.

Pracovní listy obsahují otázky a úkoly zaměřené na osvojení, upevnění a rozšíření nabytého učiva. Snažila jsem se vyvarovat otázek vedoucích k bezduché reprodukci informací a nahradit je úlohami, které podporují přemýšlení a kreativitu, syntézu i analýzu učiva. Některá cvičení jsou vytvořena formou tajenky či osmisměrky, které mají šanci žáka zaujmout. Nechybí autorské řešení uvedených otázek.

Také jsem sesbírala a zpracovala zajímavosti ze světa mykologie a parazitismu, které lze využít ve výuce na střední škole a vhodným způsobem jimi zpestřit výklad. Netýkají se výlučně světa hub, ale kombinují ho s informacemi a údaji z jiných oblastí biologie, ale také fyziky, matematiky, historie nebo gastronomie. Jejich soupis, včetně zařazení k jednotlivým podkapitolám v literární rešerši a mezipředmětových vztahů je uveden v Přílohách.

## 6. Diskuse

I když se Česká republika řadí k houbařským národům, ve školách se mykologii nevěnuje ani zdaleka tolik pozornosti, kolik by si zasloužovala. V Biologii rostlin od Lubomíra Kincla a kol. vydané nakladatelstvím Fortuna (Kincl et al., 2006), která se běžně užívá k výuce na gymnáziích, je problematice houbových organismů věnováno celkem 19 stránek. Z parazitických druhů je zmíněná nádorovka kapustová, plíseň bramborová, vřetenatka révová, lahvičkovka zelná, rakovinec bramborový, paličkovice nachová, hlízenka ovocná, plíseň šedá, hlíva ústříčná, václavky a rod *Candida* jako původce dermatomykóz. Mezi rozšiřujícím učivem najdeme krátké odstavce o padlí, rzích a snětích.

V biologii pro gymnázia od Jana Jelínka a Vladimíra Zicháčka z nakladatelství Olomouc (Jelínek a Zicháček, 2006) je problematika prezentována na necelých 8 stranách. Kromě již uvedených druhů je zmíněná také hmyzomorka včelí a hmyzomorka bourcová. Naopak chybí jakákoli informace o rodu *Candida*. V doplňcích však najdeme nakreslené a popsané životní cykly paličkovice nachové a rzi travní.

Botanika od Karla Kubáta z nakladatelství Scientia (Kubát, 2003) je o poznání podrobnější. Na 22 stranách je vyložena i stručná biologie jednotlivých druhů doplněná perokresbami životních cyklů, plodnic, pletiv apod. Několik odstavců textu se věnuje využití hub člověkem a parazitické druhy jsou rozděleny na obligátní a fakultativní. I tady ovšem chybí jakákoli zmínka o druzích parazitujících na zvířatech a člověku.

Domnívám se, že parazitické druhy hub by měly být nedílnou součástí výuky. Velký praktický dopad mají pochopitelně fytopatogenní houby, ale pozornost by si zasloužily i druhy parazitující na člověku. Vždyť s dermatomykózami se setká alespoň jednou za život čtvrtina populace a na systémové mykózy ročně umírá na celém světě jeden a půl milionu lidí. Houby cizopasíci na člověku jsou ovšem přehlíženy nejen autory středoškolských učebnic, ale i zdravotnickými statistikami. Přestože mykózy jsou velmi běžné a údaje o úmrtnosti více než alarmující, většina statistických ústavů jim (až na výjimky) nevěnuje žádnou pozornost (Brown et al., 2012). Osvětu by si kvůli velké oblibě houbaření zasloužila i determinace makromycetů.

Vím, že času je během školního roku velmi málo a požadavek na rozšíření výuky mykologie na středních školách je v současné situaci nereálný. Vzhledem k velkému praktickému dopadu a návaznosti s praxí je to však něco, co si zaslouhuje náš rozmysl.

Už dlouho se mi jeví výuka biologie na středních školách jako poněkud nevyvážená. V zoologii se kupříkladu mnoho času věnuje vířníkům, želvuškám nebo drápkovcům, ale nestihnou se probrat savci. Vyloží se evoluce člověka, ale už nezbude čas na rozmnožovací soustavu nebo ontogenetický vývoj. Podrobně se rozebírá teoretická stránka botaniky, ale žáci nejsou schopni správně pojmenovat běžné druhy rostlin. Kdyby se čas věnovaný biologii rozumně rozdělil mezi jednotlivé aspekty výuky a dbalo se především na praktickou stránku předmětu, možná by zbylo mnohem víc času na mykologii a škola by byla schopná vychovat generaci zodpovědných a informovaných houbařů.

Do škol obecně se pak v poslední době implementují informační a komunikační technologie ve všech podobách, přestože posun v efektivitě výchovně-vzdělávacího procesu zatím, zdá se, není vidět. Podobný avšak mnohem vyhraněnější názor na toto téma sdílí mimo jiné také německý neurovědec Manfred Spitzer v knize s výmluvným názvem Digitální demence (Spitzer, 2014).

Jako budoucí učitelka se i já snažím najít odpověď na otázku, co vlastně od výuky biologie očekávám. Pokud nepřipravujeme žáky na život a nesnažíme se informovat o věcech využitelných v praxi, proč učíme? Kvůli několika studentům, kteří se rozhodnou pro dráhu lékaře nebo botanika? Nebo je tou správnou cestou výuka postavená čistě na využitelnosti podaných znalostí v praxi? Vždyť právě to zdůrazňuje didaktická zásada spojení teorie s praxí (Vinter a Králíček, 2009). Pravda je snad někde uprostřed a každý zodpovědný učitel musí najít rovnováhu mezi teoretickou stránkou a praktickým dopadem jeho předmětu.

Nejsem jediná, kdo si uvědomuje nutnost připravovat žáky především na život. Vždyť i v rámcových vzdělávacích programech se cíle výuky definují nejen jako znalosti a vědomosti daného předmětu ale také v podobě tzv. klíčových kompetencí (Balada, 2007). A obsahovou i rozsahovou nevyrovnanost mykologie na základních i středních školách a okrajovou pozici hub ve výuce biologie zmiňují v jednom z článků publikovaných v časopise *Arnica* také Jiří Kout a Martina Sádliková (Kout a Sádliková, 2015).

## 7. Závěr

Téma "Parazitické houby" jsem zpracovala do podoby Powerpointových prezentací a pracovních listů, které by středoškolské studenty, potažmo širokou veřejnost, seznámily s touto často opomíjenou stránkou života hub. Jsou doplněny autorskou fotodokumentací a perokresbami, které vznikaly v průběhu léta 2016 a 2017. Téma jsem obohatila sbírkou krátkých zajímavostí, které přímo či nepřímo souvisí s diskutovaným námětem a zahrnují v sobě jak poznatky z mykologie a příbuzných biologických oborů, tak z dalších oblastí lidské činnosti. Nasbírané a vysušené druhy parazitických hub jsem věnovala oddělení fytopakologie a mikrobiologie, kde pomohou ve studiu budoucím generacím studentů.

## 8. Přehled použité literatury

### 8.1 Tištěné zdroje

Balada, J. (2007): Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze. ISBN 978-80-87000-11-3.

Baron, S. (1996): Medical microbiology. 4th ed. Galveston (TX): University of Texas Medical Branch at Galveston. 1273 pp. ISBN 978-0963117212.

Blackwell, M. (2011): The Fungi: 1, 2, 3 .. 5.1 million species? American Journal of Botany. **98**(3), 426-438. DOI: 10.3732/ajb.1000298. ISSN 0002-9122. Dostupné také z: <http://www.amjbot.org/cgi/doi/10.3732/ajb.1000298>

Bölker, M. (2001): *Ustilago maydis* – a valuable model system for the study of fungal dimorphism and virulence. Microbiology. **147**(6). DOI: 10.1099/00221287-147-6-1395. ISSN 1350-0872. Dostupné také z: <http://mic.microbiologyresearch.org/content/journal/micro/10.1099/00221287-147-6-1395>

Brown, G. D., Denning, D. W., Gow, N. A. R., Levitz, S. M., Netea, M. G. a T. C. White (2012): Hidden Killers: Human Fungal Infections. Science Translational Medicine. New York: American Association for the Advancement of Science. **4**(165), 165-174. DOI: 10.1126/scitranslmed.3004404. ISSN 1946-6234. Dostupné také z: <http://stm.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/scitranslmed.3004404>

Brown, J. K. M. (2002): Aerial Dispersal of Pathogens on the Global and Continental Scales and Its Impact on Plant Disease. Science. Washington: American Association for the Advancement of Science. **297**(5581), 537-541. DOI: 10.1126/science.1072678. ISSN 00368075. Dostupné také z: <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1072678>

Burrano, S. (2000): The life-cycle of *Plasmopara viticola*, cause of downy mildew of vine. Mycologist. **14**(4), 179-182. DOI: 10.1016/S0269-915X(00)80040-3. ISSN 0269915x. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0269915X00800403>

Caporael, L. (1976): Ergotism: the satan loosed in Salem? Science. **192**(4234), 21-26. DOI: 10.1126/science.769159. ISSN 0036-8075. Dostupné také z: <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.769159>

Carney, L. T. a T. W. Lane (2014): Parasites in algae mass culture. Frontiers in Microbiology. Lausanne (Switzerland): Frontiers Media S.A. **5**(278). DOI: 10.3389/fmicb.2014.00278. ISSN 1664-302x. Dostupné také z: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2014.00278/abstract>

Crandall, C. S. (1909): Bordeaux mixture. Urbana-Champaign: University of Illinois, Agricultural Experiment Station.

Deacon, J. W. (2006): Fungal biology. 4th ed. Oxford: Blackwell Publishing. 384 pp. ISBN 978-1-4051-3066-0.

- Douda, O., Zouhar, M., Mazáková, J. a J. Nováková (2011): *Arthrobotrys oligospora* jako alternativní bioagens proti Meloidogyne hapla. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 978-80-213-2250-9.
- Franc, G. (2007): Potato Wart. APSnet Feature Articles. DOI: 10.1094/APSnetFeature-2007-0607. ISSN 2153-0297. Dostupné také z: <http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Pages/PotatoWart.aspx>
- Gessler, C., Pertot I. a M. Perazzolli (2011): *Plasmopara viticola*: A review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. Phytopathologia Mediterranea. Firenze: Firenze University Press. **50**(1), 3-44. DOI: 10.14601/Phytopathol\_Mediterr-9360. ISSN 1593-2095. Dostupné také z: <http://www.fupress.net/index.php/pm/article/view/9360>
- Hadincová, V., Köhnleinová, I., Marešová, J., a L. Šajtar (2008): Šíření borovice vejmutovky v lesích České republiky. Živa. Praha: Academia. **55**(3), 108-110. ISSN 0044-4812. Dostupné také z: <http://ziva.avcr.cz/2008-3/sireni-borovice-vejmutovky-v-lesich-ceske-republiky.html>
- Härtel, H. (2007): Sandstone landscapes. Praha: Academia, 2007. ISBN 978-80-200-1577-8.
- Hirooka, Y., Rossman, A. Y. a P. Chaverri (2011): A morphological and phylogenetic revision of the *Nectria cinnabarina* species complex. Studies in Mycology. **68**, 35-56. DOI: 10.3114/sim.2011.68.02. ISSN 01660616. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166061614600415>
- Holec, J., Bielich A. a M. Beran (2012): Přehled hub střední Evropy. 1. vyd. Praha: Academia. 622 s. ISBN 978-80-200-2077-2.
- Jelínek, J. a V. Zicháček (2006): Biologie pro gymnázia: teoretická a praktická část. 8., rozš. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. 304 s. ISBN 80-718-2217-5.
- Kageyama, K. a T. Asano (2009): Life Cycle of *Plasmodiophora brassicae*. Journal of Plant Growth Regulation. Springer Nature. **28**(3), 203-211. DOI: 10.1007/s00344-009-9101-z. ISSN 0721-7595. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s00344-009-9101-z>
- Kalina, T. a J. Váňa (2005): Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Vyd. 1. Praha: Karolinum. 606 s. ISBN 80-246-1036-1.
- Kendrick, B. (2000): The Fifth Kingdom. 3rd ed. Newburyport, MA: Focus Pub. 386 pp. ISBN 978-158-5100-224.
- Kincl, L., Kincl M. a J. Jakrlová (2006): Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií. 3., přeprac. vyd. Praha: Fortuna. 255 s. ISBN 80-716-8947-5.
- Klán, J. (1989): Co víme o houbách. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 310 s. ISBN 80-042-1143-7.
- Kout, J. (2014): Vybrané kapitoly z mykologie. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. 151 s. ISBN 978-80-261-0349-3.

- Kout, J. a M. Sádliková (2015): Neobvyklé houby ve výuce na různých stupních vzdělávání v rámci laboratorních prací. *Arnica*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. **5**(1-2), 27-31. ISSN 1804-8366. Dostupné také z: <https://otik.uk.zcu.cz/xmlui/handle/11025/22095>
- Kubát, K. (2003): *Botanika*. 2. vyd. Praha: Scientia. 232 s. ISBN 80-7183-266-9.
- Kůdela, V. (1989): *Obecná fytopatologie*. 1. vyd. Praha: Academia. 387 s. ISBN 978-802-0001-566.
- Lebeda, A., Mieslerová B., Huszár J. a B. Sedláková (2017): *Padlí kulturních a planě rostoucích rostlin*. 1. vyd. Olomouc: Agriprint. 368 s. ISBN 978-80-87091-69-2.
- Magyar, I. (2011): *Botrytized Wines*. *Advances in Food and Nutrition Research*. Burlington: Academic Press. **63**, 147-206. DOI: 10.1016/B978-0-12-384927-4.00006-3. ISSN 978-0-12-384927-4. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123849274000063>
- Macháček, T., Mikešová, K., Turjanicová, L. a V. Hampl (2016): Proměny vyšší systematiky eukaryot a její odraz ve středoškolské biologii. *Živa*. Praha: Academia. **64**(1), 27-30. ISSN 0044-4812. Dostupné také z: <http://ziva.avcr.cz/2016-1/promeny-vyssi-systematiky-eukaryot-a-jeji-odraz-ve-stredoskolske-biologii.html>
- Maloy, O. C. (1997): White Pine Blister Rust Control in North America: A Case History. *Annual Review of Phytopathology*. **35**(1), 87-109. DOI: 10.1146/annurev.phyto.35.1.87. ISSN 0066-4286. Dostupné také z: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.phyto.35.1.87>
- Mieslerová, B., Sedlářová M. a A. Lebeda (2015): *Praktické využití hub a houbám podobných organismů v potravinářství, zemědělství, lékařství a průmyslu*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 175 s. ISBN 978-80-244-4703-2.
- Moore, D., Robson, G. D. a A. P. J. Trinci (2011): *21st Century Guidebook to Fungi*. New York: Cambridge University Press. 627 pp. ISBN 978-1-107-00676-8.
- Morand, S. (2015): (macro-) Evolutionary ecology of parasite diversity: From determinants of parasite species richness to host diversification. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*. **4**(1), 80-87. DOI: 10.1016/j.ijppaw.2015.01.001. ISSN 22132244. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213224415000036>
- Panda, A. a K. Swain (2011): Traditional uses and medicinal potential of *Cordyceps sinensis* of Sikkim. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*. **2**(1). DOI: 10.4103/0975-9476.78183. ISSN 0975-9476. Dostupné také z: <http://www.jaim.in/text.asp?2011/2/1/9/78183>
- Rosypal, S. (2003): *Nový přehled biologie*. 1. vyd. Praha: Scientia. 797 s. ISBN 80-718-3268-5.

Sogonov, M.V., Castlebury, L. A., Rossman, A. Y., Mejía, L. C. a J. F. White (2008): Leaf-inhabiting genera of the Gnomoniaceae, Diaporthales. *Studies in Mycology*. **62**, 1-77. DOI: 10.3114/sim.2008.62.01. ISSN 01660616. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166061614601123>

Socha, R. a A. Jegorov (2014): *Encyklopedie léčivých hub*. 1. vyd. Praha: Academia. 768 s. ISBN 978-802-0023-124.

Spitzer, M. (2014): *Digitální demence: jak připravujeme sami sebe a naše děti o rozum*. 1. vyd. Brno: Host. 343 s. ISBN 978-80-7294-872-7.

Váňa, J. (1996): *Systém a vývoj hub a houbových organismů*. Praha: Karolinum. 164s. ISBN 80-718-4175-7.

Vinter, V. a I. Králíček (2009): *Příručka pro začínající učitele biologie*. Šumperk: Trifox. ISBN 978-80-904309-4-5.

Waller, J. (2009): A forgotten plague: making sense of dancing mania. *The Lancet*. **373**(9664), 624-625. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60386-X. ISBN 10.1016/S0140-6736(09)60386-X. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S014067360960386X>

Wenneker, M. a J. Kanne (2016): Controlling powdery mildew (*Sphaerotheca mors-uvae*) of gooseberry (*Ribes uva-crispa*) with potassium bicarbonate and risk of phytotoxicity. *Acta Horticulturae*. (1133). DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1133.81. ISSN 0567-7572. Dostupné také z: [http://www.actahort.org/books/1133/1133\\_81.htm](http://www.actahort.org/books/1133/1133_81.htm)

Young, P. G. a J. Giuffré (1982): *The botany coloring book*. New York: Harper Perrenial. ISBN 00-646-0302-4.

## 8.2 Internetové zdroje

Běřák, J. (2010): *HERICIUM FLAGELLUM* (Scop.) Pers. – korálovec jedlový / koralovec jedl'ový. BOTANY.CZ [online]. [cit. 2017-07-11]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/hericium-flagellum/>

Borovička, J. (2012): Způsobují houby „babky“ rakovinu? iDNES.cz [online]. Praha: iDNES.cz. [cit. 2017-07-14]. Dostupné z: <http://borovicka.blog.idnes.cz/blog.aspx?c=277724>

Boundless (2016): *Fungi Reproduction*. Boundless [online]. Boston: Boundless. [cit. 2017-02-27]. Dostupné z: <https://www.boundless.com/biology/textbooks/boundless-biology-textbook/fungi-24/characteristics-of-fungi-149/fungi-reproduction-591-11810/>

Casselmann, A. (2007): Strange but True: The Largest Organism on Earth Is a Fungus. *Scientific American* [online]. Springer Nature. [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <https://www.scientificamerican.com/article/strange-but-true-largest-organism-is-fungus/>



- Castro, J. (2014): *Zombie Fungus Enslaves Only Its Favorite Ant Brains*. LIVE SCIENCE [online]. New York: Live Science. [cit. 2017-07-16]. Dostupné z: <https://www.livescience.com/47751-zombie-fungus-picky-about-ant-brains.html>
- Černý, K. (2003): *Dravé houby* [online]. Ostrava: Karel Černý. [cit. 2017-06-22]. Dostupné z: [http://www.masozravky.com/rody/drave\\_houby/index.htm](http://www.masozravky.com/rody/drave_houby/index.htm)
- Český rozhlas (2011): *Houbaření - česká národní vášeň* [zvukový záznam] Hostem Ing. Jiří Baier, moderuje Lucie Vopálenská. Praha: Český rozhlas. Dostupné z: <http://prehravac.rozhlas.cz/audio/2459460>
- Dvořák R. (2011): *Hypomyces* sp. - nedohuby. Česká mykologická společnost [online]. Praha: Česká mykologická společnost. [cit. 2017-07-14]. Dostupné z: <https://www.myko.cz/clanek447/>
- Harris, J. C. (2015): *Large as life - The Giant Puffball*. The Mushroom Diary [online]. [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <http://www.mushroomdiary.co.uk/2015/09/giant-puffball-calvatia-gigantea/>
- Jones, L. (2015): *What would happen if all the parasites disappeared?* BBC - Earth [online]. London: BBC. [cit. 2017-06-14]. Dostupné z: <http://www.bbc.com/earth/story/20150127-what-if-all-the-pests-vanished>
- Kelman, A., Pelczar, M. J., Pelczar, R. M., Shurtleff, M. C. (2016): *Plant disease*. Encyclopædia Britannica [online]. Chicago: Encyclopædia Britannica. [cit. 2017-06-23]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/plant-disease#toc63296>
- Leonard, K. J. (2016): *Life cycle of Puccinia graminis*. United States Department of Agriculture: Agricultural Research Service [online]. Mineapolis: University of Minnesota. [cit. 2017-07-13]. Dostupné z: <https://www.ars.usda.gov/midwest-area/st-paul-mn/cereal-disease-lab/docs/barberry/life-cycle-of-puccinia-graminis/>
- Miller, M. (2008): *Aspergillus fumigatus*. BioWeb [online]. [cit. 2017-07-26]. Dostupné z: [http://bioweb.uwlax.edu/bio203/s2008/miller\\_melo/index.htm](http://bioweb.uwlax.edu/bio203/s2008/miller_melo/index.htm)
- Nischwitz, C., Black, B. a M. Pace (2011): *Peach Leaf Curl Disease*. Utah Pests Fact Sheet [online]. Logan: Utah State University. [cit. 2017-07-09]. Dostupné z: [http://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1736&context=extension\\_curall](http://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1736&context=extension_curall)
- Pavlovčíková, D. (2013-2014): *Kořenovník vrstevnatý*. Atlas poškození rostlin [online]. Brno: Ústav ochrany lesa a myslivosti LDF MENDELU v Brně. [cit. 2017-07-11]. Dostupné z: [http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/412-korenovnik\\_vrstevnaty.html](http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/412-korenovnik_vrstevnaty.html)
- Sedlářová M. a Vašutová M. (2004-2007): *Atlas houbových organismů* [online]. Olomouc: Katedra botaniky PŘF UP v Olomouci. [cit. 2017-07-10]. Dostupné z: <http://old.botany.upol.cz/atlasy/system/ascomycetes.php>
- Svobodová, V. (2008): *POLYPORUS SQUAMOSUS* (Huds.) Fr. – choroš šupinatý / trůdník šupinatý. BOTANY.CZ [online]. [cit. 2017-07-11]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/polyporus-squamosus/>

Veselý I. (2015): Jak se kde chodí na houby. iReceptář.cz [online]. Praha: Receptář. [cit. 2017-06-15]. Dostupné z: <http://www.ireceptar.cz/zajimavosti/jak-se-kde-chodi-na-houby/>

Vít, A. (2012): Stanovisko České mykologické společnosti k rozhlasovému vystoupení ing. Jiřího Baiera. Česká mykologická společnost [online]. Praha: Česká mykologická společnost. [cit. 2017-07-14]. Dostupné z: <https://www.myko.cz/clanek656/>

## 9. Seznam příloh

Příloha 1 – Presentace "Parazitické houby"

Příloha 2 – Pracovní listy

Příloha 3 – Zajímavosti do výuky



Prezentace **Parazitické houby**

Autor

Lenka Jedličková

# 1

# Parazit

- Saprotrofní druh



Obr 1.1 – dřevnatka mnohotvárná  
(*Xylaria polymorpha*). (© L. J.)

- Parazitický druh



Obr 1.2 – choroš šupinatý  
(*Polyporus squamosus*). (© L. J.)

- Mutualistický druh



Obr 1.3 – terčovník zední  
(*Xanthoria parietina*). (© L. J.)

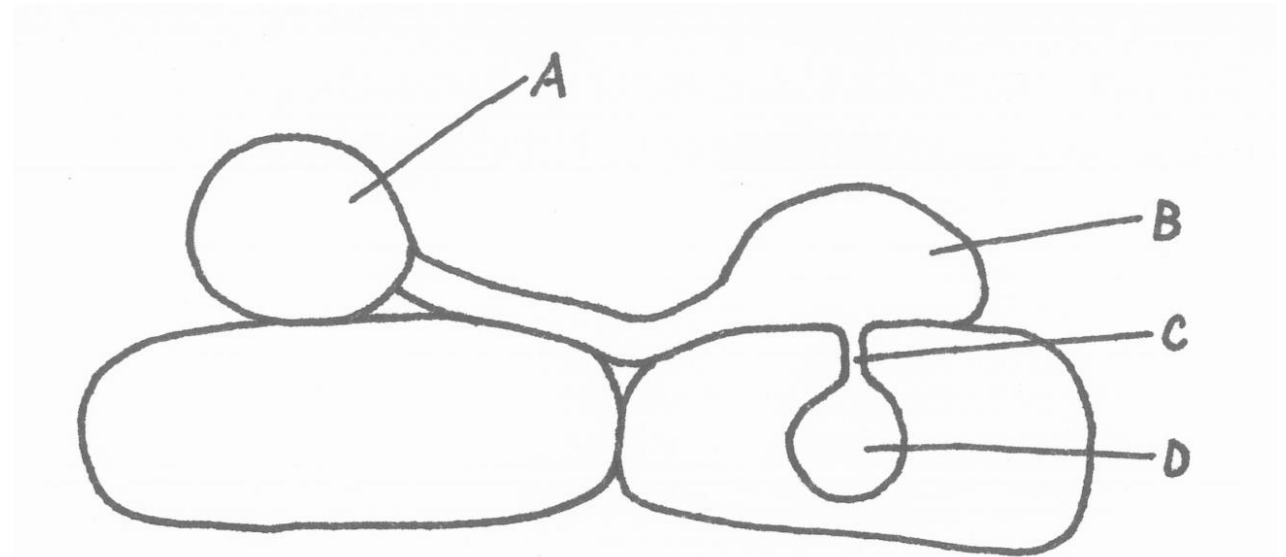
- PARAZIT = organismus, který čerpá všechny nebo část potřebných živin z tkání či pletiv jiného organismu (hostitele)

# PARAZITI ROSTLIN

# 2

## Infekce

- Inokulace
- Vyklíčení
- Tvorba apresoria
- Průnik hyfy do hostitelské buňky
- Vznik haustoria



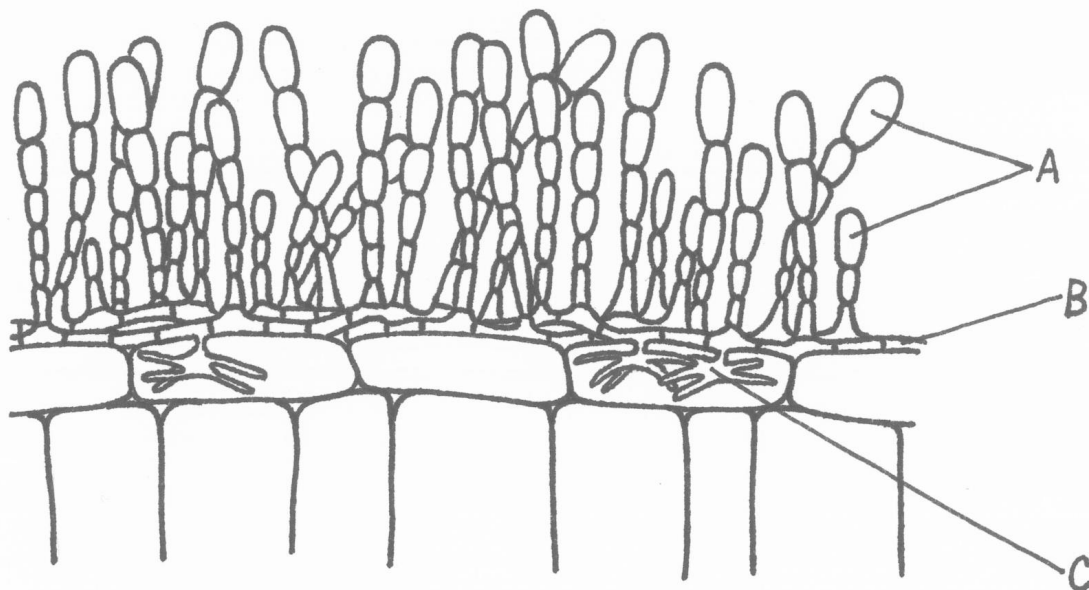
Obr. 2.1 – Infekce rostliny houbovým patogenem. (© L. J.)  
A – spora, B – apresorium, C – průniková hyfa, D - haustorium

- Vstup: přes rostlinný povrch, průduchy, čochky, poranění

# 2

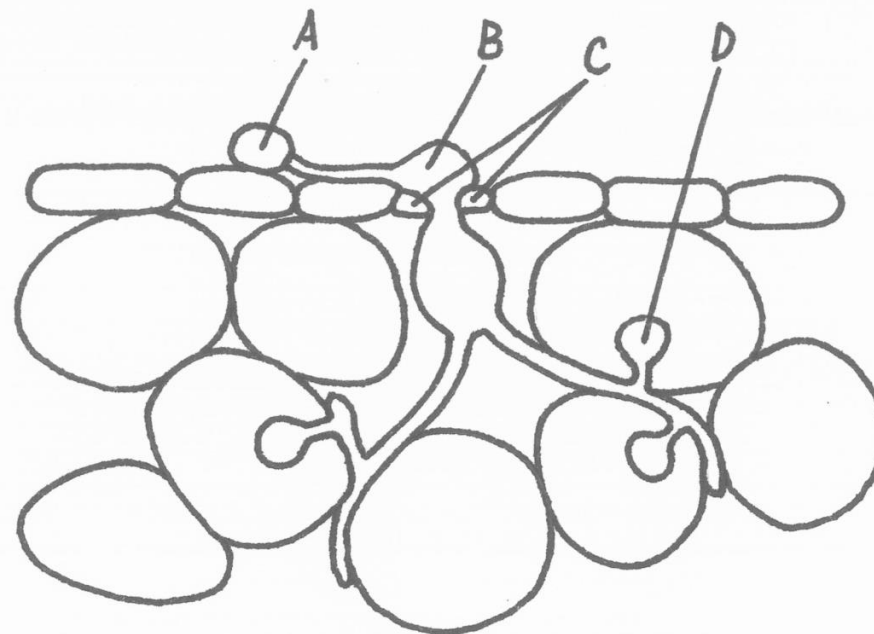
## Infekce

- Ektoparaziti (např. padlí)



**Obr. 2.2 – Povrchové mycelium padlí.** A – konidie, B – hyfa povrchového mycelia, C – rozvětvené haustorium (© L. J.)

- Endoparaziti (např. rzi)



**Obr. 2.3 – Vznik intercelulárního parazitického mycelia.** A – spora, B – apresorium, C – svěrací buňky průduchu, D – haustorium (© L. J.)



# 2

## Infekce

- Příznaky: skvrnitost, deformace listů, rakoviny, vadnutí, povlaky...



Obr. 2.4 – kadeřavka broskvoňová (*Taphrina deformans*). (© L. J.)

Obr. 2.5 – padlí jetelové (*Erysiphe trifolii*). (© L. J.)

# 2

## Infekce

- Nekróza – odumírání buněk, pletiv
- Hypoplazie – nedokonalý vývin buněk, pletiv, orgánů
- Hyperplazie – zmnožení počtu buněk
- Hypertrofie – zvětšení velikosti buněk

# 3

## Plasmodiophoromycota

- = NÁDOROVKY (Protozoa/SAR)
- Obligátní intracelulární endoparazité
- Paraplazmodium, zoospory, přezimující cysty
- Hypertrofie, hyperplazie
- Zástupci: nádorovka kapustová (*Plasmodiophora brassicae*), prašná strupovitost brambor (*Spongospora subterranea*)



Obr. 3.1 – nádorovka kapustová (*Plasmodiophora brassicae*) (© L. J.)

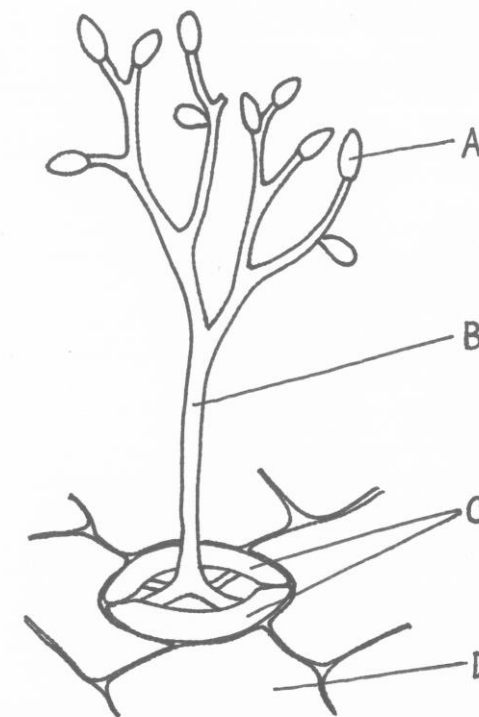
# 4

# Oomycota

- = HOUBY VAJEČNÉ (Chromista/SAR)

## Podtř. Peronosporomycetidae

- Nepřehrádkované mycelium
- Oogametangiogamie, zoospory
- Zástupci: vřetenatka révová (*Plasmopara viticola*), plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*), plíseň salátová (*Bremia lactucae*)



Obr. 4.1 – Sporangiofor se sporangii (*Phytophthora infestans*). A – sporangium, B – sporangiofor, C – svěrací buňky průduchu, D – buňka epidermis (© L. J.)

# 4

# Oomycota



**Obr. 4.2 – vřetenatka révová (*Plasmopara viticola*)**  
(© doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.)



**Obr. 4.3 – plíseň salátová (*Bremia lactucae*)**  
(© L. J.)

# 4

# Oomycota



Obr. 4.4 – plíseň okurková (*Pseudoperonospora cubensis*) (© doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.)

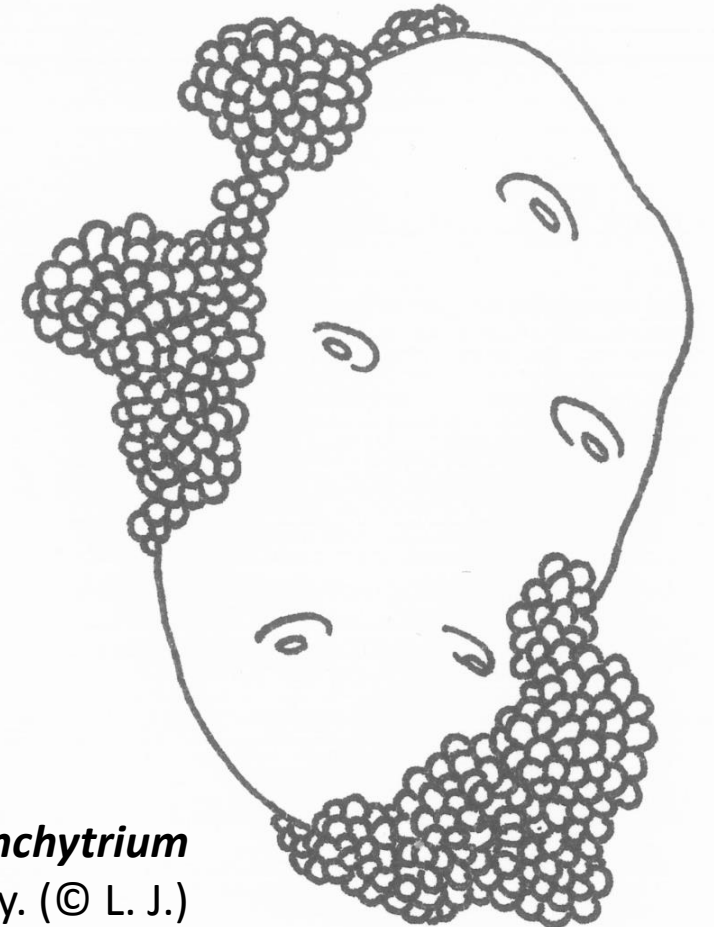


Obr. 4.5 – plíseň okurková (*Pseudoperonospora cubensis*) (© L. J.)

# 5

# Chytridiomycota

- Fungi/Opisthokonta
- Intracelulární paraziti
- Zoospory
- Zástupci: rakovinec bramborový (*Synchytrium endobioticum*), lahvičkovka zelná (*Olpidium brassicae*)

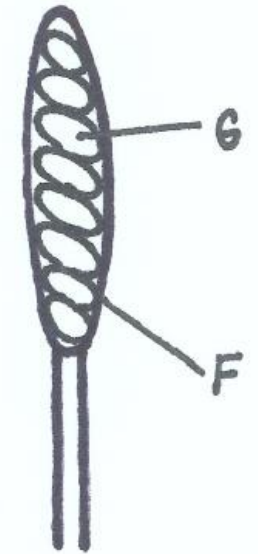


Obr. 5.1 – Rakovinec bramborový (*Synchytrium endobioticum*). Hlíza s nádory. (© L. J.)

# 6

# Ascomycota

- = HOUBY VŘECKOVÝTRUSÉ (Fungi/Opisthokonta)
- Vřecka s askosporami (obvykle 8)
- Plodnice (askomata)



**Obr 6.1 – Vřecko s askosporami.**  
G – askospora, F – vřecko (ascus)  
(© L. J.)



# 6

# Ascomycota

## System (řády s fytopatogenními zástupci)

- Pododdělení Taphrinomycotina

Třída Taphrinomycetes

- Pododdělení Pezizomycotina

Třída Leotiomycetes

Třída Sordariomycetes

Třída Dothideomycetes

- Řád Taphrinales

- Řád Erysiphales

- Řád Helotiales

- Řád Rhytismatales

- Řád Hypocreales

- Řád Diaporthales (antraknóza)

- Řád Dothideales (strupovitost)

# 6

# Ascomycota

## ř. Taphrinales

- Hypertrofie a hyperplazie (kadeřavost listů, deformace plodů, čarověníky)
- Zástupci: kadeřavka broskvoňová (*Taphrina deformans*), kadeřavka švestková (*Taphrina pruni*), kadeřavka březová (*Taphrina betulina*)



Obr. 6.2 – kadeřavka broskvoňová (*Taphrina deformans*).  
(© L. J.)

# 6

# Ascomycota



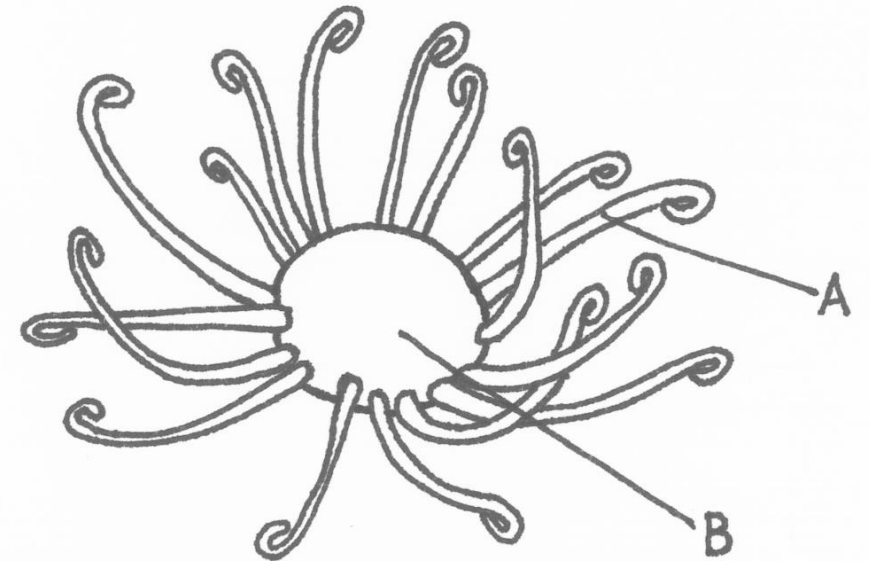
Obr. 6.3 – kadeřavka švestková (*Taphrina pruni*). (© L. J.)

# 6

# Ascomycota

## ř. Erysiphales (padlí)

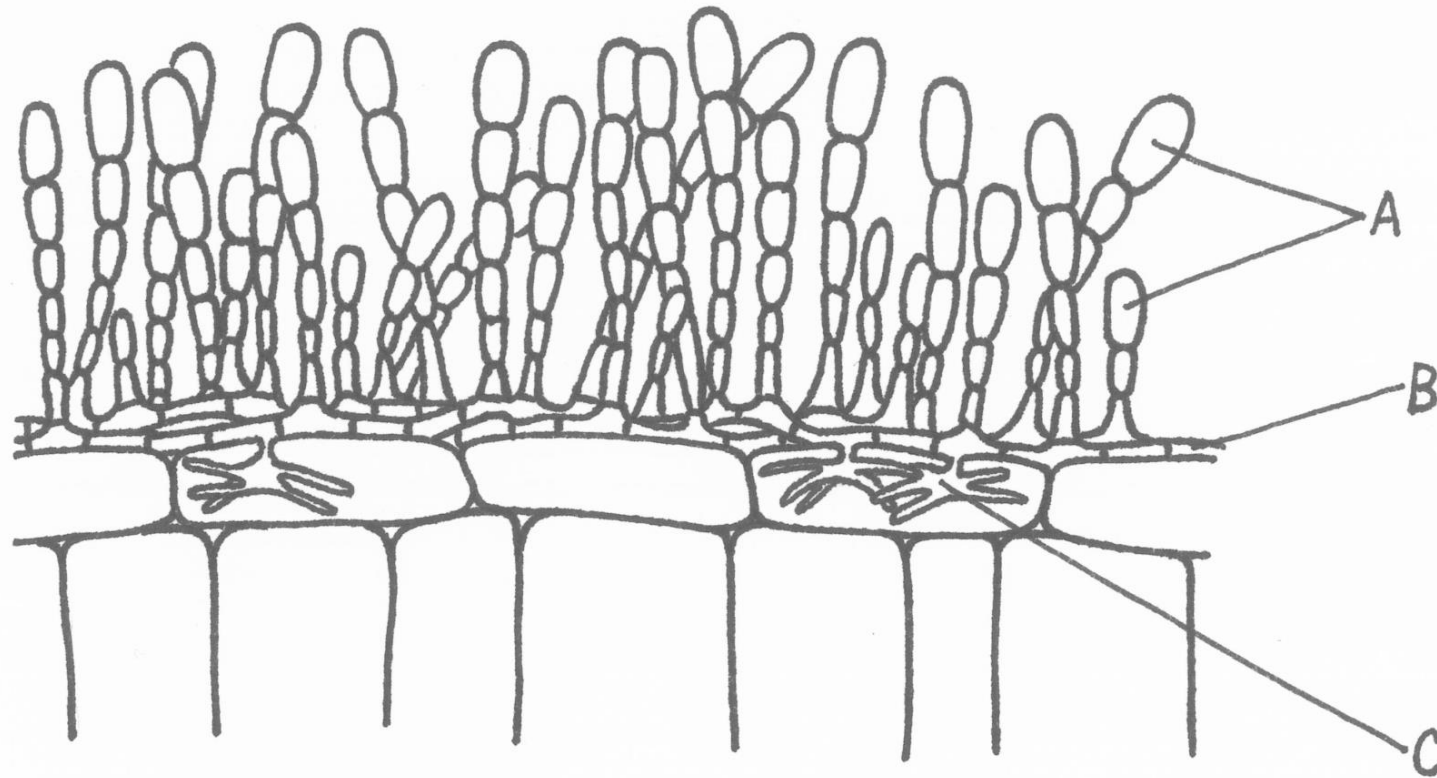
- Obligátní ektoparaziti
- Oidie, gametangiogamie
- Plodnice s přívěsky
- Zástupci: americké padlí angreštové (*Podosphaera morsuuae*), padlí dubové (*Erysiphe alphitoides*), padlí javorové (*Sawadaea bicornis*)



Obr. 6.4 – plodnice rodu *Erysiphe* (dříve *Uncinula*).  
B – kulovitá plodnice, A – přívěsek (© L. J.)

# 6

# Ascomycota



**Obr. 6.5 – Povrchové mycelium řádu Erysiphales. A – oidie (konidie), B – mycelium na rostlinném povrchu, C – rozvětvené haustorium (© L. J.)**

# 6

# Ascomycota



Obr. 6.6 – padlí dubové (*Erysiphe alphitoides*). (© L. J.)



Obr. 6.7 – padlí javorové (*Sawadaea bicornis*). (© L. J.)

# 6

# Ascomycota



Obr. 6.8 – padlí kontryhelové (*Podosphaera alchemillae*). (© L. J.)



Obr. 6.9 – padlí jetelové (*Erysiphe trifolii*). (© L. J.)

# 6

# Ascomycota



Obr. 6.10 – padlí třezalkové (*Erysiphe hyperici*). (© L. J.)



Obr 6.11 – padlí tykvovitých (*Podosphaera xanthii*). (© L. J.)



# 6

# Ascomycota

## ř. Helotiales

- Konidiofory s výtrusy
- Zástupci: plíseň šedá (*Botrytis cinerea*) / teleomorfa *Botryotinia fuckeliana*, kloubnatička ovocná (*Monilia fructigena*) / teleomorfa hlízenka ovocná (*Monilinia fructigena*)

Obr. 6.12 – plíseň šedá (*Botrytis cinerea*). (© L. J.)



# 6

# Ascomycota



Obr. 6.13 – plíseň šedá (*Botrytis cinerea*). (© L. J.)



Obr 6.14 – kloubnatička chabá (*Monilia laxa*). (© L. J.)

# 6

# Ascomycota



Obr. 6.15 – kloubnatička ovocná (*Monilia fructigena*). (© L. J.)

# 6

# Ascomycota

## ř. Rhytismatales

- Stromata s plodnicemi
- Zástupci: svraštělka javorová (*Rhytisma acerinum*)



Obr. 6.16 – svraštělka javorová (*Rhytisma acerinum*). (© L. J.)

# 6

# Ascomycota

## ř. Hypocreales

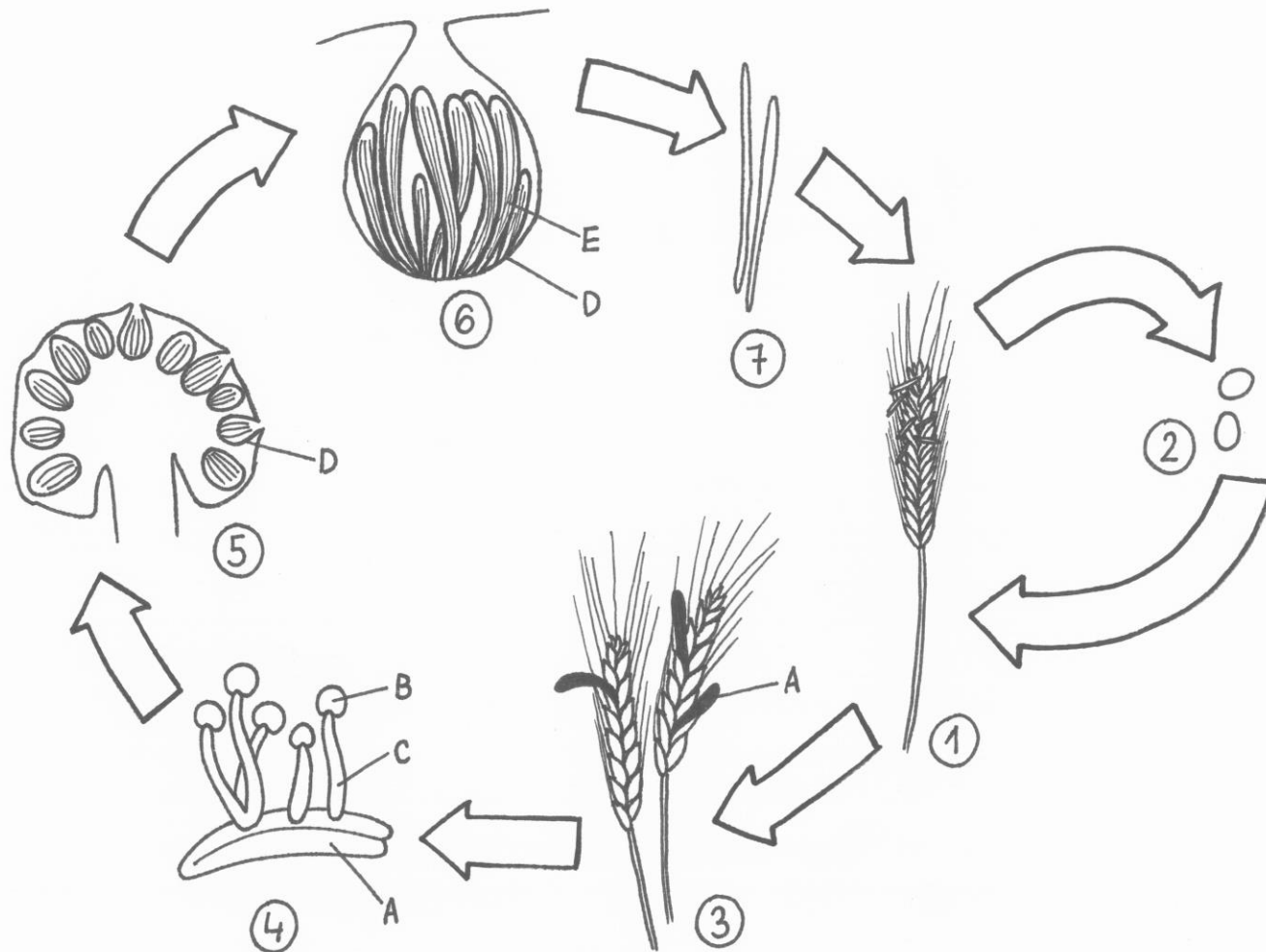
- Stromata s plodnicemi
- Konidie
- sklerocia
- Zástupci: rážovka rumělková (*Nectria cinnabarina*), paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*)
- Ergotismus („oheň sv. Antonína“)



Obr. 6.17 – rážovka rumělková (*Nectria cinnabarina*). (© L. J.)

## 6

## Ascomycota



**Obr. 6.18 - Životní cyklus paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*).** ① kvetoucí žito, ② konidie, ③ žito s námelem, ④ námel se stromatem, ⑤ příčný řez hlavičkou stromatu, ⑥ detail plodnice, ⑦ askospory; A - sklerocium paličkovice nachové (námel), B - hlavička stromatu, C - stopka stromatu, D - plodnice s vřecky, E - vřecko s askosporami (© L. J.)

- Sklerocium paličkovice nachové = námel
- Využití: lékařství (námelové alkaloidy)

# 6

# Ascomycota



Obr. 6.19 – paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*). (© L. J.)

# 6

# Ascomycota

## Další zástupci vřeckovýtrusých hub

- strupatka jabloňová  
(*Venturia inaequalis*)
- Antraknóza ořešáku  
(*Ophiognomonia leptostyla*)
- Tečkovka jahodníková  
(*Mycosphaerella fragariae*)

Obr. 6.20 – Strupatka jabloňová  
(*Venturia inaequalis*). (© L. J.)





# 6

# Ascomycota



Obr. 6.21 – tečkovka jahodníková  
(*Mycosphaerella fragariae*). (© L. J.)

# 6

# Ascomycota

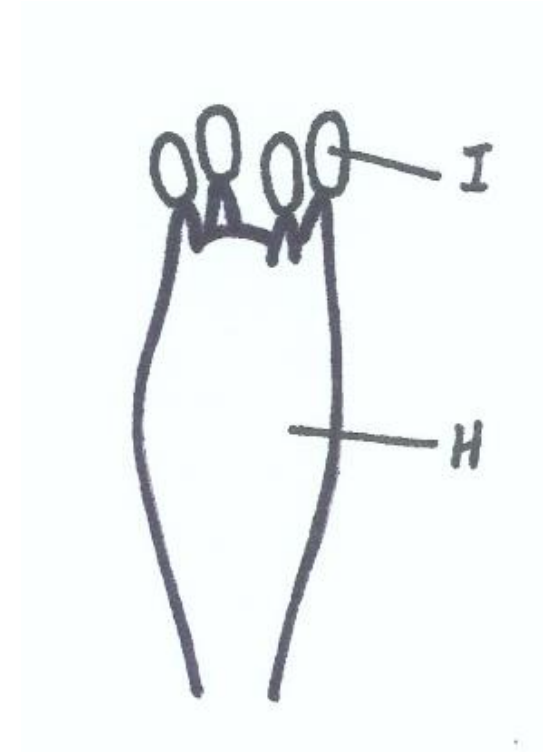


Obr. 6.22 a 6.23 – antraknóza ořešáku (*Ophiognomonia leptostyla*). (© L. J.)

# 7

# Basidiomycota

- = HOUBY STOPKOVÝTRUSÉ (Fungi/Opisthokonta)
- Bazidie s bazidiosporami
- Plodnice (bazidiomata)



**Obr. 7.1 – bazidie.** I – bazidiospora,  
H – bazidie (© L. J.)

# 7

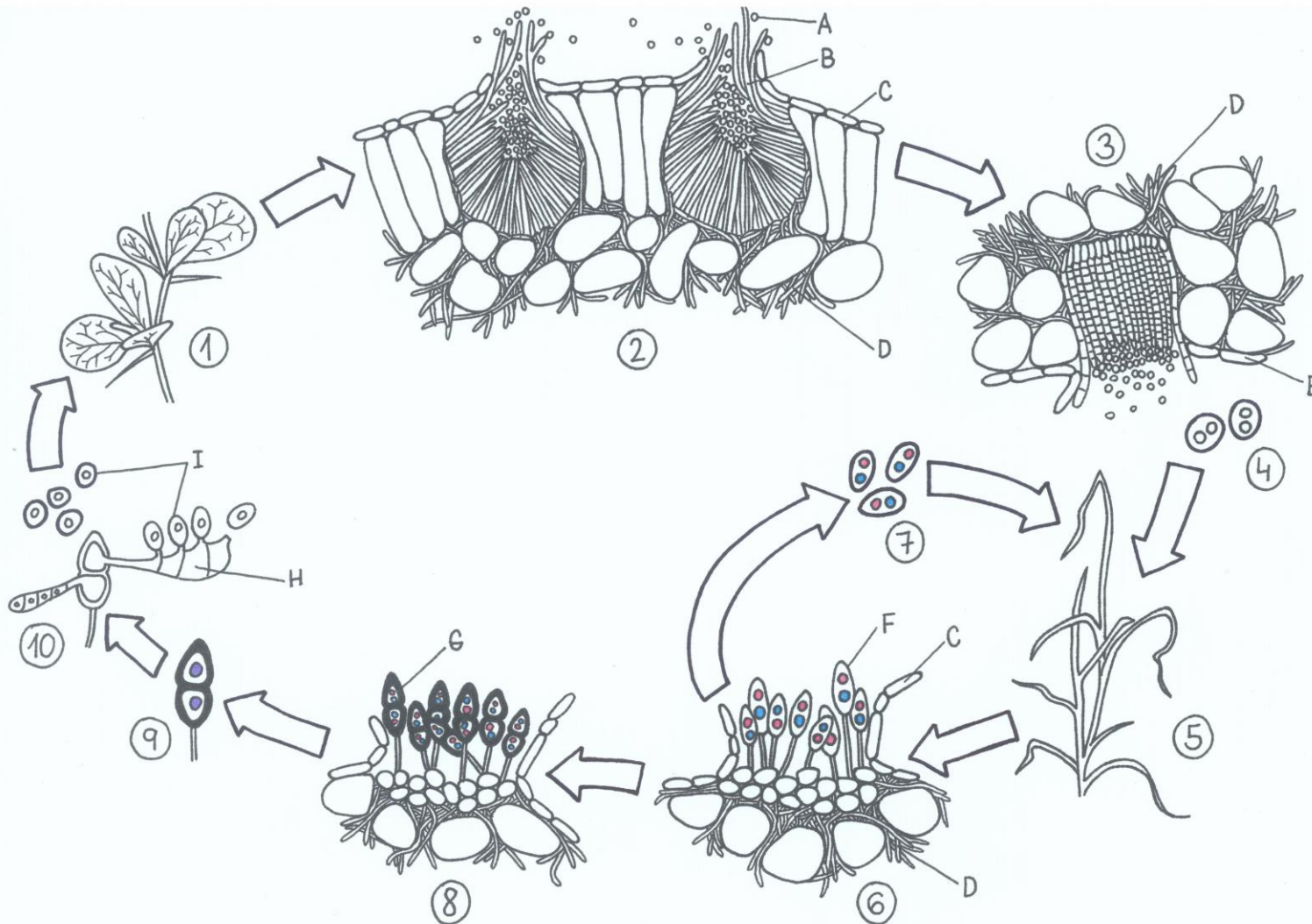
# Basidiomycota

## ř. Uredinales (rzi)

- Obligátně biotrofní endoparazité rostlin
- Některé druhy střídají hostitele
- Několik druhů spor
- Zástupci: rez travní (*Puccinia graminis*), rez hrachová (*Uromyces pisi*), rez fazolová (*Uromyces phaseoli*), rez hrušňová (*Gymnosporangium sabiniae*), rez vejmutovková (*Cronartium ribicola*)

## 7

## Basidiomycota



Obr. 7.2 - Žitvotní cyklus rzi travní (*Puccinia graminis*). ① dřišťál, ② spermogonia, ③ aecium, ④ aeciospory, ⑤ zástupce čeledi lipnicovité, ⑥ uredium, ⑦ urediospory, ⑧ telium, ⑨ teliospora po karyogamii, ⑩ bazidie s bazidiosporami, A - spermacie, B - receptivní hyfa, C - svrchní epidermis, D - houbové mycelium, E - spodní epidermis, F - urediospora, G - teliospora před karyogamií (© L. J.)

# 7

# Basidiomycota



Obr. 7.3 – rez travní (*Puccinia graminis*). (© L. J.)



Obr. 7.4 – rez hrušňová (*Gymnosporangium sabinae*). (© L. J.)

# 7

# Basidiomycota



Obr. 7.5 a 7.6 – rez vejmutovková (*Cronartium ribicola*). (© L. J.)

# 7

# Basidiomycota

## Prašné a mazlavé sněti

- ř. Ustilaginales a Tilletiales
- Redukce haploidní životní fáze
- Ložiska teliospor
- hostitelská a orgánová specificita
- Prašná sněť kukuřičná (*Ustilago maydis*), p. s. pšenično-ječná (*Ustilago tritici*), mazlavá sněť pšeničná (*Tilletia caries*), *Tilletia horrida*



# 7

# Basidiomycota



Obr. 7.7 a 7.8 – prašná sněť kukuřičná (*Ustilago maydis*). (© L. J.)

# 7

# Basidiomycota

## Dřevokazné houby

- ř. Polyporales a Agaricales
- Měkká, hnědá nebo bílá hniloba
- Saprotrofní a saproparazitické druhy
- Zástupci: choroš šupinatý (*Polyporus squamosus*), sírovec žlutooranžový (*Laetiporus sulphureus*), březovník obecný (*Piptoporus betulinus*)



Obr. 7.9 – choroš šupinatý (*Polyporus squamosus*).  
(© L. J.)

# 7

# Basidiomycota

## Dřevokazné houby

- Zástupci: troudnatec pásovaný (*Fomitopsis pinicola*), troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*), kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum*), hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*), korálovec jedlový (*Hericium flagellum*), václavka (*Armillaria sp.*)



Obr. 7.10 – sírovec žlutooranžový (*Laetiporus sulphureus*). (© L. J.)

# 7

# Basidiomycota



Obr. 7.11 – troudnatec pásovaný (*Fomitopsis pinicola*). (© L. J.) Obr. 7.12 – troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*). (© L. J.)

# 7

# Basidiomycota



Obr. 7.13 – březovník obecný (*Piptoporus betulinus*). (© L. J.)



Obr. 7.14 – hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*). (© L. J.)

# 7

# Basidiomycota



Obr. 7.15 – korálovec jedlový (*Hericium flagellum*). (© L. J.)



Obr. 7.16 – václavka (*Armillaria* sp.). (© L. J.)

# 7

# Basidiomycota

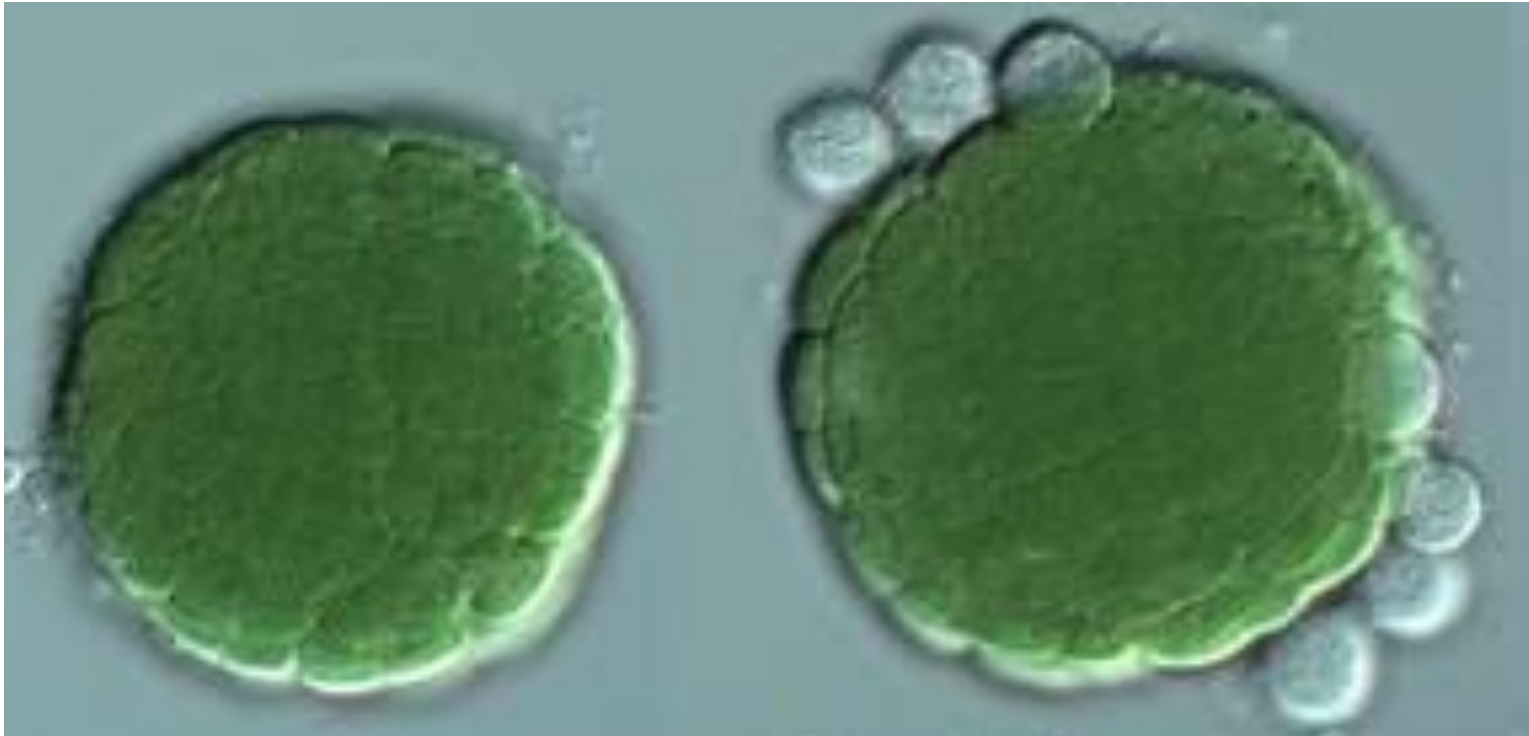


Obr. 7.17 – rhizomorfy václavky (*Armillaria* sp.). (© L. J.)

# 8

## Paraziti řas

- Zástupci z taxonů Chytridiomycota, Oomycota, Hyphochytriomycota, Zygomycota a Ascomycota



**Obr. 8.1 – cf. *Chytridium*.** Parazitická houba sinic. (© doc. RNDr. Petr Hašler, Ph.D.)



# PARAZITI HUB

# 9

## Paraziti hub

- = MYKOPARAZITI (houby cizopasící na jiných houbách)

### **Nekrotrofní**

- Odd. Ascomycota, Oomycota, Zygomycota
- Např. rod *Pythium*, *Trichoderma*
- Široký okruh hostitelů

### **Biotrofní**

- Především odd. Zygomycota
- Např. rod *Piptocephalis*
- úzký okruh hostitelů

**Hypermycoparaziti** (parazituji na jiných houbových parazitech)

# 9

## Paraziti hub

- Využití: v biologické kontrole (*Trichoderma sp.*, *Gliocladium roseum*, *Ampelomyces quisqualis*, *Pythium oligandrum*)
- Škodí na komerčně pěstovaných houbách (např. *Mycogone perniciosa* a *Verticillium fungicola* na žampionech)

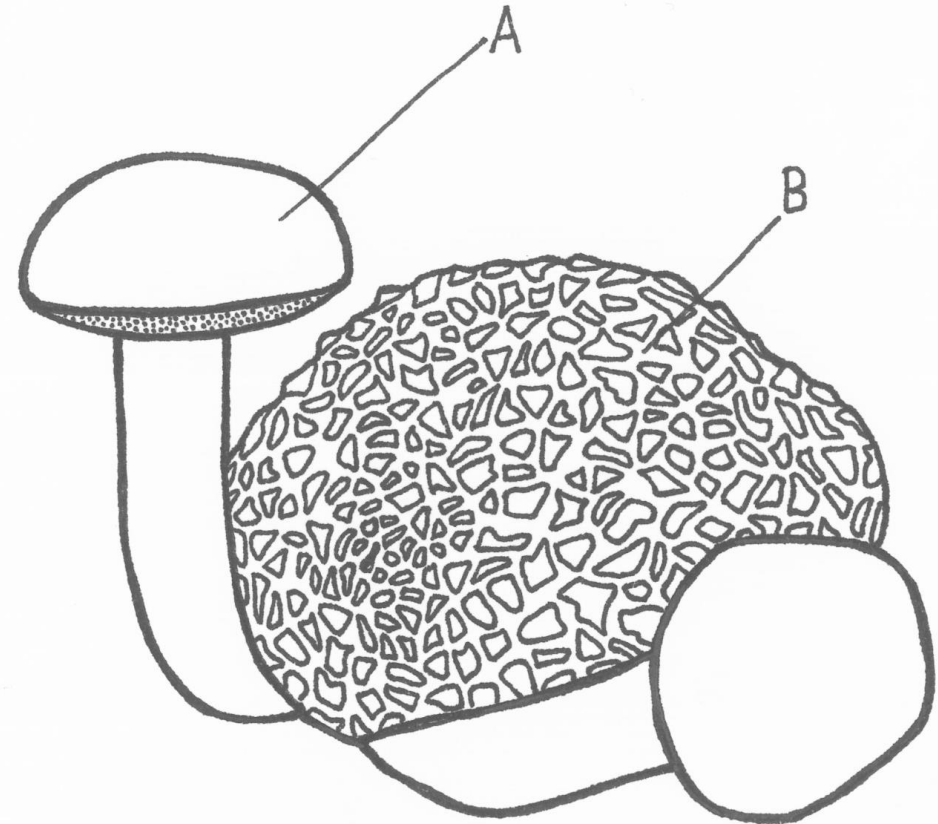


Obr. 9.1 – nedohub zlatovýtrusý (*Hypomyces chrysospermus*). (© L. J.)

# 9

## Paraziti hub

- Další zástupci: nedohub zlatovýtrusý (*Hypomyces chrysospermus*), nedohub oranžový (*Hypomyces aurantiacus*), hřib cizopasný (*Boletus parasiticus*), housenice cizopasná (*Cordyceps ophioglossoides*), rovetka pýchavkovitá (*Asterophora lycoperdoides*)



Obr. 9.2 – hřib cizopasný (*Boletus parasiticus*).  
A – plodnice hříbu, B – plodnice pestřece  
obecného (*Scleroderma citrinum*) (© L. J.)

# PARAZITI ŽIVOČICHŮ

# 10

## Paraziti bezobratlých

### odd. Microsporidiomycota

- Hmyzomorka včelí (*Nosema apis*): včelí úplavice (nosematóza)
- Hmyzomorka bourcová (*Nosema bombycis*): pébrina larev bource morušového

### ř. Entomophthorales (odd. Zygomycota)

- Hmyzomorka muší (*Entomophthora muscae*): muší mor

### Dravé druhy hub

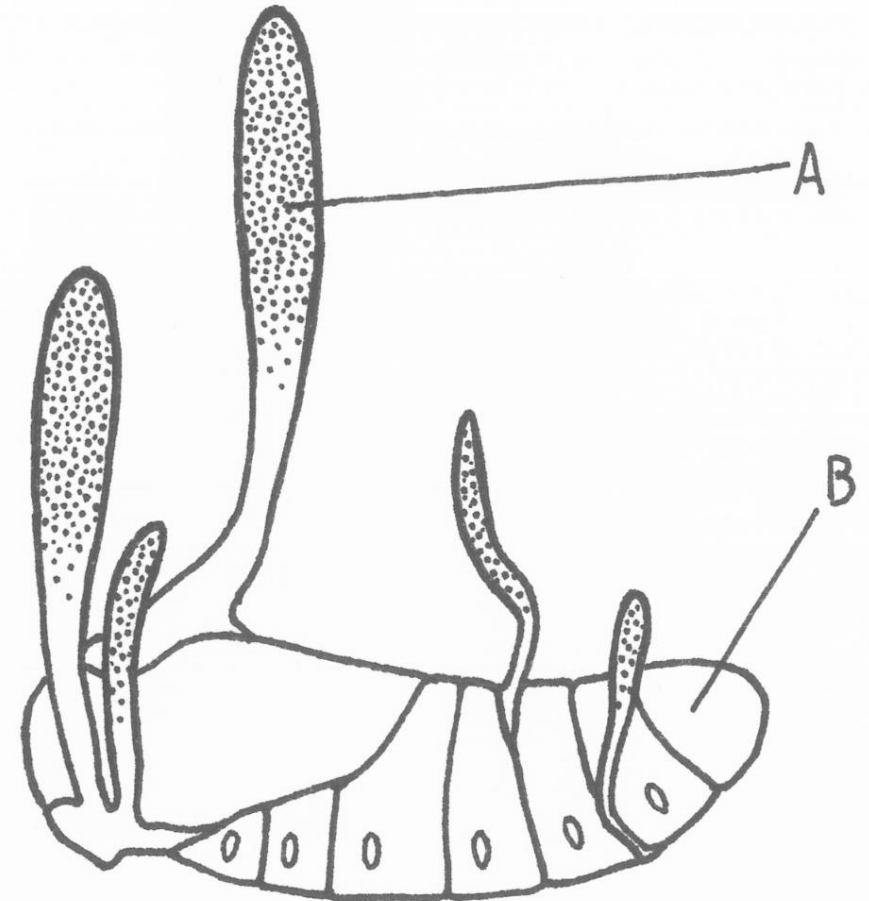
- *Arthrobotrys dactyloides* loví půdní háďátka

# 10

## Paraziti bezobratlých

### ř. Hypocreales (odd. Ascomycota)

- Housenice červená (*Cordyceps militaris*), housenice čínská (*Cordyceps sinensis*)
- Využití: biologická kontrola hmyzích škůdců



Obr. 10.1 – housenice červená (*Cordyceps militaris*). A – stroma housenice s plodnicemi, B – kukla bourovce borového (*Dendrolimus pini*) (© L. J.)

# 11

## Paraziti obratlovců

- 200 – 300 druhů, 60 cizopasí na člověku
- Převážně oportunistické patogeny (ohroženi především jedinci se sníženou obranyschopností)
- Houbová onemocnění člověka = MYKÓZY

### **Povrchové (dermatomykózy)**

- Kůže nebo viditelné sliznice
- 25 % populace

### **Hluboké (systémové) mykózy**

- Zasažen celý orgán/orgány, ovlivněn organismus
- Úmrtnost: 1,5 mil. lidí ročně



# 11

## Paraziti obratlovců

### Povrchové (dermatomykózy)

- Živí se keratinem z mrtvých tkání
- Způsobují podráždění hlubších buněk
- Zástupci: rod *Trichophyton* (*T. rubrum*, *T. interdigitale*, *T. verrucosum*, *T. equinum*), rod *Microsporum* (*M. andouinii*, *M. canis*), rod *Epidermophyton* (*E. floccosum*)
- *Sporothrix schenckii* vstupuje poraněním



Obr. 11.1 – dermatomykóza (cf. *Trichophyton interdigitale*). (© L. J.)

# 11

## Paraziti obratlovců



Obr. 11.2 a 11.3 – onychomykóza (cf. *Trichophyton rubrum*). (© L. J.)

# 11

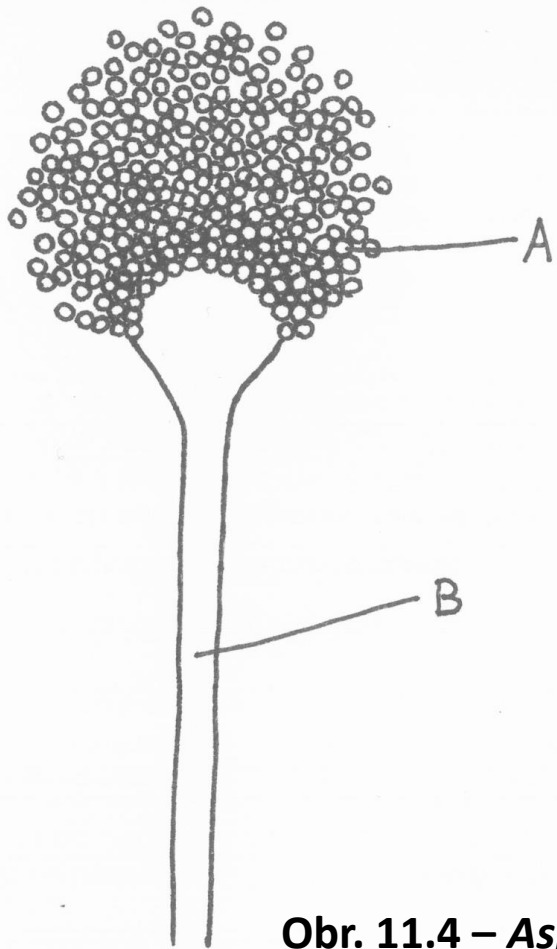
## Paraziti obratlovců

### Hluboké (systémové) mykózy

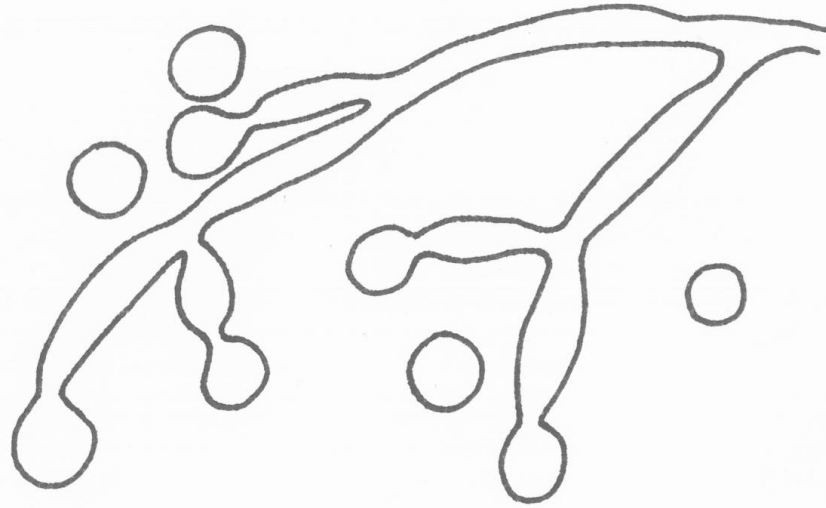
- Především plicní onemocnění
- Obligátní druhy: blastomykóza, kokcidiomykóza, histoplazmóza
- Oportunní druhy: kandidóza (*Candida albicans*), aspergilóza (např. *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*), zygomykóza (rody *Rhizopus*, *Rhizomucor*, *Mucor*), kryptomykóza (*Cryptococcus neoformans*), pneumocystóza (*Pneumocystis jirovecii*)

# 11

## Paraziti obratlovců



Obr. 11.4 – *Aspergillus fumigatus*. A – konidie, B – konidiofor. (© L. J.)



Obr. 11.5 – kandida bělostná (*Candida albicans*).  
Pseudomycelium. (© L. J.)



Pracovní  
listy

# Parazitické houby

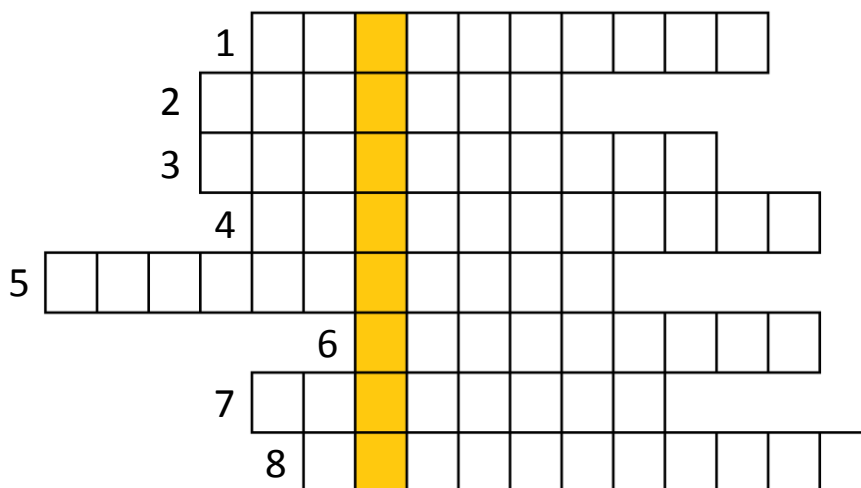
Autor

Lenka Jedličková

# 1

# Paraziti rostlin

## 1.1 Vylušti tajenku.



(Tajenka) jsou nejčastějšími hostiteli houbových parazitů.

- 1 - ztluštěnina hyfy sloužící jako opora při průniku parazita do rostlinné buňky
- 2 - organismus vyvolávající onemocnění
- 3 - orgán sloužící k čerpání živin z hostitelské buňky
- 4 - obecné označení cizopasně houby jejíž mycelium zůstává při povrchu hostitelského orgánu
- 5 - chorobné zmnožení buněk vyvolané přítomností parazita
- 6 - první kontakt mezi hostitelem a houbovým parazitem (obvykle sporou)
- 7 - postřík proti houbovým chorobám
- 8 - chorobné zvětšování buněk hostitele

## 1.2 Rozhodli, jsou-li uvedená tvrzení pravdivá (ANO) či nikoli (NE).

- |  |        |
|--|--------|
| a) Nádorovka kapustová ( <i>Plasmodiophora brassicae</i> ) tvoří v hostitelské rostlině intercelulární mycelium. | ANO/NE |
| b) Bazidiospory jsou haploidní.  | ANO/NE |
| c) Všichni zástupci oddělení Basidiomycota (stopkovýtrusé houby) tvoří plodnice.                                 | ANO/NE |
| d) Sněti se projevují moučnatým povlakem na povrchu listů.   | ANO/NE |
| e) Haploidní stádium je u snětí nejkratší fází životního cyklu.  | ANO/NE |
| f) Z námelu paličkovice nachové vyrůstá plodnice členěná na stopku a hlavičku, která obsahuje stroma.            | ANO/NE |

## 1.3 Vysvětli, proč je dřevo pro většinu hub nevhodným zdrojem živin a uveď alespoň tři zástupce dřevokazných hub.

---

---

---

# 1

# Paraziti rostlin

## 1.4 Uvedené druhy zařaď ke správnému oddělení.

prašná sněť kukuřičná (*Ustilago maydis*), kadeřavka broskvoňová (*Taphrina deformans*), rez travní (*Puccinia graminis*), padlí dubové (*Erysiphe alphitoides*), václavka smrková (*Armillaria ostoyae*), strupatka jabloňová (*Venturia inaequalis*), troudnatec pásovaný (*Fomitopsis pinicola*), paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*)

| Ascomycota | Basidiomycota |
|------------|---------------|
|            |               |

## 1.5 Uveď alespoň jeden parazitický druh houby napadající brambory a jeden druh napadající vinnou révu.

---

---

## 1.6 Pojmenuj parazitické houby na obrázku.



a) \_\_\_\_\_



b) \_\_\_\_\_



c) \_\_\_\_\_



d) \_\_\_\_\_



e) \_\_\_\_\_



f) \_\_\_\_\_

# 1

# Paraziti rostlin

1.7 Plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*) je hemibiotrofní. Vysvětli, co to znamená.

---

---

1.8 Paraziti rostlin spíš člověku škodí. Vzpomeň si alespoň na jeden druh, který se člověk naučil využívat ke svému prospěchu.

---

1.9 Vyřeš osmisměrku. Pojmenuj jednoslovně popsané skutečnosti, vyškrtni je a ze zbývajících písmen získáš tajenku.

U R E D I A I R O S N O  
A M O R T S H O E E Ň S  
E V A O G K G T G P É Y  
C R Y F R O M O Z I H R  
I O Z O N M T N O D Í O  
O M I I H A H I O E N P  
S O U D P T Y N S R E S  
P M A I I A F G P M Č O  
O N T N L E Y I O I U K  
R A Z O I E M L R S P S  
Y O N K Í N T A Y J E A

(Tajenka) středověké označení ergotismu.

otrava námelovými alkaloidy, houbová vlákna, nosič konidií, provazce hyf u václavky (*Armillaria*), samičí gametangium oddělení Oomycota (houby vaječné), výtrusné kupky, meiospory vřeckovýtrusých hub, redukční dělení, pohyblivé spory, ložisko zimních výtrusů u rzí, konidie řádu Erysiphales (padlí), organismus schopný vyvolat onemocnění, plodnice vřeckovýtrusých hub (množné číslo), pokožka rostlin, jarní dikaryotické výtrusy rzí, kompaktní myceliální hmota v níž se tvoří rozmnožovací struktury (např. u paličkovice nachové), nejhůř rozložitelná složka dřeva, ložiska letních výtrusů rzí, způsob rozmnožování kvasinek, Uredinales

1.10 Co mají vřecko a bazidie společného?

---

---



# 1

# Paraziti rostlin

1.11 Převyprávěj životní cyklus paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*) a rozhodni, ve které struktuře dochází k meióze.

---

---

---

---

---

---

---

---

1.12 Uvedené zástupce rozříd' podle typu spor, které tvoří během svých životních cyklů.

nádorovka kapustová (*Plasmodiophora brassicae*), kadeřavka broskvoňová (*Taphrina deformans*), rez hrušňová (*Gymnosporangium sabinae*), rakovinec bramborový (*Synchytrium endobioticum*), americké padlí angreštové (*Podosphaera mors-uvae*)

| zoospory | pouze aplanospory |
|----------|-------------------|
|          |                   |

1.13 Podle vizuálního projevu choroby urči skupinu, do které parazitická houba patří. Popiš, co jsou pozorované struktury zač, a uveď alespoň dva zástupce dané skupiny.



a) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



b) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

# 1

# Paraziti rostlin

**1.14** Doplň tabulku. Pak si vyber tři různobarevné tužky a označ jednotlivá políčka druhého řádku. Jedna barva bude příslušet haploidním, druhá dikaryotickým a třetí diploidním sporám. (Poznámka: na jedno z políček budeš muset použít dvě barvy)

|           |                  |  |            |  |
|-----------|------------------|--|------------|--|
|           | aecia (prášilky) |  |            |  |
| spermacie |                  |  | teliospory |  |

**1.15** Uveď jeden ektoparazitický druh, jeden endoparazitický druh a jednoho intracelulárního parazita rostlin.

---

---

---

# 2

# Paraziti hub

2.1 K čemu využívá člověk parazity hub a kde mu naopak škodí. Uveď alespoň dva druhy.

---

---

2.2 Rozhodni, jsou-li uvedená tvrzení pravdivá (ANO) či nikoli (NE).

- |  |        |
|--|--------|
| a) Houbové parazity, kteří cizopasí na jiných houbových organismech označujeme jako mykoparazity.            | ANO/NE |
| b) Nekrotrofní mykoparazit čerpá živiny z mrtvých buněk hostitele.   | ANO/NE |
| c) Mezi mykoparazity nenajdeme žádné zástupce s makroskopickými plodnicemi.                                  | ANO/NE |
| d) Pro biotrofní mykoparazity je charakteristický široký okruh hostitelů.                                    | ANO/NE |
| e) <i>Pythium oligandrum</i> se používá k ochraně rostlin a potlačení mykóz člověka.                         | ANO/NE |
| f) Housenice cizopasná ( <i>Cordyceps ophioglossoides</i> ) patří do stejného řádu jako paličkovice nachová. | ANO/NE |

2.3 Vysvětli rozdíl mezi pojmy mykoparazitismus a hypermykoparazitismus.

---

---

2.4 Doplně.

\_\_\_\_\_ je jeden z mála mykoparazitů, který tvoří makroskopické plodice. Patří do čeledi hřibovité v oddělení \_\_\_\_\_ a cizopasí na plodnicích \_\_\_\_\_ (*Scleroderma citrinum*). V srpnu prorůstá hostitelem a posléze vytváří vlastní plodnice. Nedoporučuje se konzumovat kvůli jedovatosti \_\_\_\_\_. Z dalších mykoparazitických makromycetů můžeme uvést např. \_\_\_\_\_.

2.5 Pojmenuj mykoparazitický druh na obrázku a rozhodni, je-li taková plodnice vhodná ke konzumaci. Vysvětli proč.



---

---

---

---

# 3

# Paraziti živočichů

## 3.1 Propoj onemocnění s jeho původcem.

|               |   |
|---------------|---|
| nosematóza    | rod <i>Rhizopus</i>                             |
| zygomykóza    | <i>Trichophyton interdigitale</i>               |
| aspergilóza   | hmyzomorka muší ( <i>Entomophthora muscae</i> ) |
| dermatomykóza | kandida bělostná ( <i>Candida albicans</i> )    |
| pébrina       | hmyzomorka bourcová ( <i>Nosema bombycis</i> )  |
| muší mor      | <i>Aspergillus fumigatus</i>                    |
| kandidóza     | hmyzomorka včelí ( <i>Nosema apis</i> )         |

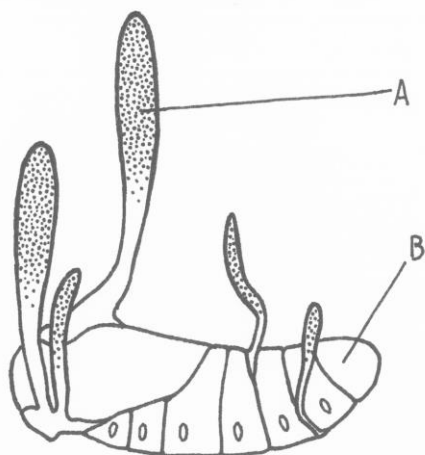
## 3.2 Vysvětli rozdíl mezi dermatomykózou a systémovou mykózou.

---

---

---

## 3.3 Který rod parazitické houby je na obrázku. Pojmenuj označené struktury a uveď další zástupce stejného řádu. Má některý z nich nějaké využití?



---

---

---

---

---

A - \_\_\_\_\_  
B - \_\_\_\_\_

## 3.4 Který orgán bývá nejčastěji zasažen při systémových mykózách a proč tomu tak je.

---

---

## 3.5 Z uvedených druhů vyber zástupce způsobující systémové mykózy.

*Epidermophyton floccosum*, *Aspergillus niger*, *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Sporothrix schenckii*, *Microsporium canis*, *Pneumocystis jirovecii*, *Trichophyton rubrum*

## 3.6 Uveď alespoň tři zástupce způsobující houbová onemocnění zvířat.

---

## 3

## Paraziti živočichů

3.7 Dopln chybějící údaje v tabulce.

| Systém dle Adla | Systém dle Cavalier-Smithe | Oddělení                               | Parazitičtí zástupci (příklad)                                 |
|-----------------|----------------------------|--|--|
| SAR             |                            | nádorovky<br>(Plasmodiophoromycota)    |  |
|                 | Chromista                  |  | vřetenatka réвовá<br>( <i>Plasmopara viticola</i> )            |
|                 |                            |  | rakovinec<br>bramborový<br>( <i>Synchytrium endobioticum</i> ) |
|                 |                            |  | hmyzomorka včelí<br>( <i>Nosema apis</i> )                     |
|                 |                            | Houby vřeckovýtrusé<br>(Ascomycota)    |  |
|                 |                            | houby spájivé<br>(Zygomycota)          |  |
|                 |                            | houby stopkovýtrusé<br>(Basidiomycota) |  |

## 1

## Řešení

## 1.1 Vylušti tajenku.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | A | P | R | E | S | O | R | I | U | M |   |
| 2 | P | A | T | O | G | E | N |   |   |   |   |
| 3 | H | A | U | S | T | O | R | I | U | M |   |
| 4 | E | K | T | O | P | A | R | A | Z | I | T |
| 5 | H | Y | P | E | R | P | L | A | Z | I | E |
| 6 | I | N | O | K | U | L | A | C | E |   |   |
| 7 | F | U | N | G | I | C | I | D |   |   |   |
| 8 | H | Y | P | E | R | T | R | O | F | I | E |

**Rostliny** jsou nejčastějšími hostiteli houbových parazitů.

- 1 - ztluštěnina hyfy sloužící jako opora při průniku parazita do rostlinné buňky
- 2 - organismus vyvolávající onemocnění
- 3 - orgán sloužící k čerpání živin z hostitelské buňky
- 4 - obecné označení cizopasně houby jejíž mycelium zůstává při povrchu hostitelského orgánu
- 5 - chorobné zmnožení buněk vyvolané přítomností parazita
- 6 - první kontakt mezi hostitelem a houbovým parazitem (obvykle sporou)
- 7 - postřík proti houbovým chorobám
- 8 - chorobné zvětšování buněk hostitele

## 1.2 Rozhodli, jsou-li uvedená tvrzení pravdivá (ANO) či nikoli (NE).

- |  |     |
|--|-----|
| a) Nádorovka kapustová ( <i>Plasmodiophora brassicae</i> ) tvoří v hostitelské rostlině intercelulární mycelium. | NE  |
| b) Bazidiospory jsou haploidní.  | ANO |
| c) Všichni zástupci oddělení Basidiomycota (stopkovýtrusé houby) tvoří plodnice.                                 | NE  |
| d) Sněti se projevují moučnatým povlakem na povrchu listů.   | NE  |
| e) Haploidní stádium je u snětí nejkratší fází životního cyklu.  | ANO |
| f) Z námelu paličkovice nachové vyrůstá plodnice členěná na stopku a hlavičku, která obsahuje stroma.            | NE  |

## 1.3 Vysvětli, proč je dřevo pro většinu hub nevhodným zdrojem živin a uveď alespoň tři zástupce dřevokazných hub.

je špatně rozložitelné, má nízký obsah dusíku a fosforu, obsahuje pro houby toxické sloučeniny; např. václavka obecná, březovník obecný a sírovec žluzooranžový

## 1

## Řešení

## 1.4 Uvedené druhy zařaď ke správnému oddělení.

prašná sněť kukuřičná (*Ustilago maydis*), kadeřavka broskvoňová (*Taphrina deformans*), rez travní (*Puccinia graminis*), padlí dubové (*Erysiphe alphitoides*), václavka smrková (*Armillaria ostoyae*), strupatka jabloňová (*Venturia inaequalis*), troudnatec pásovaný (*Fomitopsis pinicola*), paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*)

| Ascomycota  | Basidiomycota  |
|---|--|
| Kadeřavka broskvoňová<br>Padlí dubové<br>Strupatka jabloňová<br>Paličkovice nachová | Prašná sněť kukuřičná<br>Rez travní<br>Václavka smrková<br>Troudnatec pásovaný |

## 1.5 Uveď alespoň jeden parazitický druh houby napadající brambory a jeden druh napadající vinnou révu.

brambory: plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*), rakovinovec bramborový (*Synchytrium endobioticum*), prašná strupovitost brambor (*Spongospora subterranea*); vinná réva: vřetenatka révová (*Plasmopara viticola*), plíseň šedá (*Botrytis cinerea*)

## 1.6 Pojmenuj parazitické houby na obrázku.



a) Rez travní



b) Svraštělka javorová



c) Strupatka jabloňová



d) Padlí dubové



e) Hlízenka ovocná



f) Březovník obecný

# 1

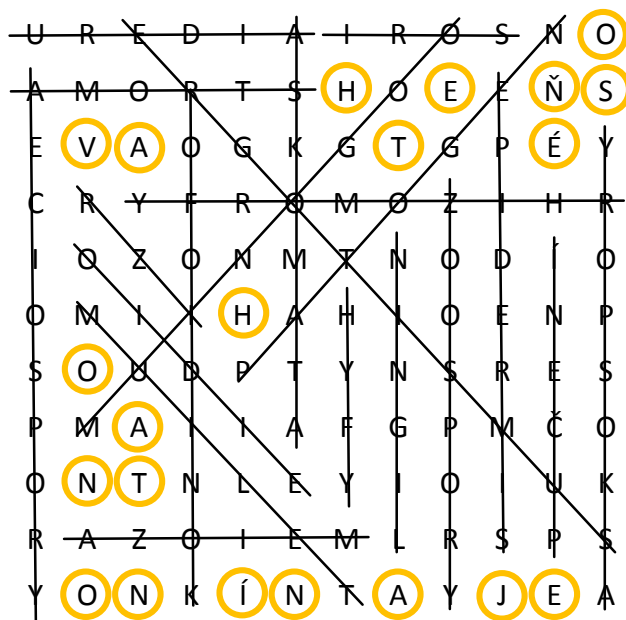
# Řešení

**1.7 Plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*) je hemibiotrofní. Vysvětli, co to znamená. z počátku se chová jako biotrofní parazit, později přechází k nekrotrofnímu způsobu života**

**1.8 Paraziti rostlin spíš člověku škodí. Vzpomeň si alespoň na jeden druh, který se člověk naučil využívat ke svému prospěchu.**

paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*), příp. plíseň sedá (*Botrytis cinerea*)

**1.9 Vyřeš osmisměrku. Pojmenuj jednoslovně popsané skutečnosti, vyškrtni je a ze zbývajících písmen získáš tajenku.**



**Oheň svatého Antonína je** středověké označení ergotismu.

ergotismus, hyfy, konidiofor, rhizomorfy, oogonium, sori, askospory, meioza, zoospory, telium, oidie, patogen, askomata, epidermis, aeciospory, stroma, lignin, uredia, pučení, rzi

**1.10 Co mají vřeko a bazidie společného?**

v obou případech se jedná o struktury sloužící k tvorbě meiospor, probíhá v nich meióza



## 1

## Řešení

**1.11 Převyprávěj životní cyklus paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*) a rozhodni, ve které struktuře dochází k meióze.**

askospory jsou přeneseny na bliznu pestíku kvetoucího obilí, vyklíčí a prorostou do semeníku, zde se tvoří konidie přenášené hmyzem na další hostitele, napadený semeník se přemění na sklerocium (námel), ze kterého na jaře vyrůstají stromata s plodnicemi a vřečky, zralé askospory jsou vystřelovány z vřecek a unášeny větrem na další rostliny; ve vřečku

**1.12 Uvedené zástupce rozříd' podle typu spor, které tvoří během svých životních cyklů.**

nádorovka kapustová (*Plasmodiophora brassicae*), kadeřavka broskvoňová (*Taphrina deformans*), rez hrušňová (*Gymnosporangium sabinae*), rakovinec bramborový (*Synchytrium endobioticum*), americké padlí angreštové (*Podosphaera mors-uvae*)

| zoospory                                    | pouze aplanospory  |
|---|--|
| Nádorovka kapustová<br>Rakovinec bramborový | Kadeřavka broskvoňová<br>Rez hrušňová<br>Americké padlí angreštové |

**1.13 Podle vizuálního projevu choroby urči skupinu, do které parazitická houba patří. Popiš, co jsou pozorované struktury zač, a uveď alespoň dva zástupce dané skupiny.**

a) padlí, parazitické mycelium s konidiofory, např. padlí javorové, padlí dubové



b) rez, uredia s urediosporami, např. rez travní, rez vejmutovková

## 1

## Řešení

1.14 Doplň tabulku. Pak si vyber tři různobarevné tužky a označ jednotlivá políčka druhého řádku. Jedna barva bude příslušet **haploidním**, druhá **dikaryotickým** a třetí **diploidním** sporám. (Poznámka: na jedno z políček budeš muset použít dvě barvy)

|             |                  |             |            |              |
|-------------|------------------|-------------|------------|--------------|
| spermogonia | aecia (prášilky) | uredia      | telia      | bazidie      |
| spermacie   | aeciospory       | urediospory | teliospory | bazidiospory |

1.15 Uveď jeden ektoparazitický druh, jeden endoparazitický druh a jednoho intracelulárního parazita rostlin.

Ektoparazitický druh: padlí dubové, endoparazitický druh: rez hrušňová, intracelulární parazit: rakovinec bramborový

# 2

# Řešení

**2.1 K čemu využívá člověk parazity hub a kde mu naopak škodí. Uveď alespoň dva druhy.** hodí se k boji proti fytopatogenním druhům, ale některé druhy způsobují ztráty v komerčních pěstírnách hub, např. *Pythium oligandrum*, rod *Trichoderma*, *Ampelomyces quisqualis* apod.

**2.2 Rozhodni, jsou-li uvedená tvrzení pravdivá (ANO) či nikoli (NE).**

- |  |     |
|--|-----|
| a) Houbové parazity, kteří cizopasí na jiných houbových organismech označujeme jako mykoparazity.            | ANO |
| b) Nekrotrofní mykoparazit čerpá živiny z mrtvých buněk hostitele.   | ANO |
| c) Mezi mykoparazity nenajdeme žádné zástupce s makroskopickými plodnicemi.                                  | NE  |
| d) Pro biotrofní mykoparazity je charakteristický široký okruh hostitelů.                                    | NE  |
| e) <i>Pythium oligandrum</i> se používá k ochraně rostlin a potlačení mykóz člověka.                         | ANO |
| f) Housenice cizopasná ( <i>Cordyceps ophioglossoides</i> ) patří do stejného řádu jako paličkovice nachová. | ANO |

**2.3 Vysvětli rozdíl mezi pojmy mykoparazitismus a hypermykoparazitismus.**

Hypermykoparazitismus označuje situaci, kdy houbový organismus cizopasí na jiné parazitické houbě, v případě mykoparazitismu může být hostitelem jakákoli houba

**2.4 Doplně.**

**Hřib cizopasný** je jeden z mála mykoparazitů, který tvoří makroskopické plodnice. Patří do čeledi hřibovité v oddělení **stopkovýtrusých hub (Basidiomycota)** a cizopasí na plodnicích **pestřece obecného** (*Scleroderma citrinum*). V srpnu prorůstá hostitelem a posléze vytváří vlastní plodnice. Nedoporučuje se konzumovat kvůli jedovatosti **hostitele (pestřece obecného)**. Z dalších mykoparazitických makromycetů můžeme uvést např. **rovetku pýchavkovitou**.

**2.5 Pojmenuj mykoparazitický druh na obrázku a rozhodni, je-li taková plodnice vhodná ke konzumaci. Vysvětli proč.**

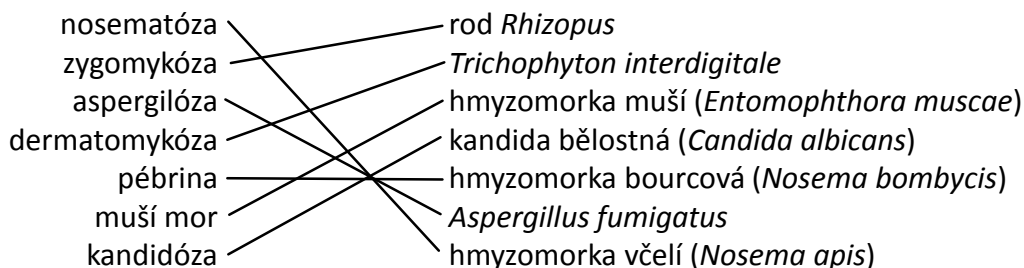


Nedohub zlatovýtrusý (*Hypomyces chrysospermus*), kvůli obsahu toxinů se nedoporučuje konzumovat

# 3

# Řešení

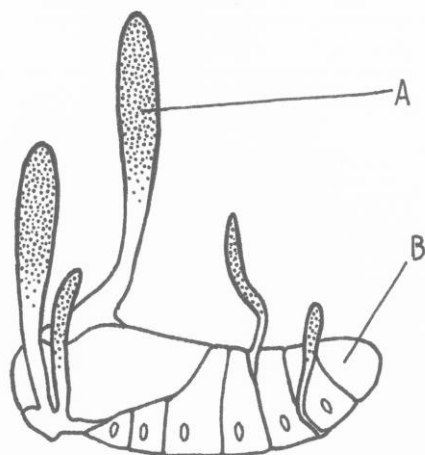
### 3.1 Propoj onemocnění s jeho původcem.



### 3.2 Vysvětli rozdíl mezi dermatomykózou a systémovou mykózou.

dermatomykóza zasahuje kůži nebo viditelné sliznice, systémová mykóza postihuje celé orgány a ovlivňuje funkčnost organismu

### 3.3 Který rod parazitické houby je na obrázku. Pojmenuj označené struktury a uveď další zástupce stejného řádu. Má některý z nich nějaké využití?



Housenice (*Cordyceps*), např. housenice čínská (*Cordyceps sinensis*) – využití v tradiční čínské medicíně, paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*) – využití v lékařství, housenice cizopasná (*Cordyceps ophioglossoides*)

A – stroma s plodnicemi  
B – kukla se sklerociem

### 3.4 Který orgán bývá nejčastěji zasažen při systémových mykózách a proč tomu tak je.

plíce, choroba se přenáší sporama, k nákaze dochází nejčastěji vdechnutím

### 3.5 Z uvedených druhů vyber zástupce způsobující systémové mykózy.

*Epidermophyton floccosum*, ***Aspergillus niger***, ***Candida albicans***, ***Cryptococcus neoformans***, *Sporothrix schenckii*, *Microsporium canis*, ***Pneumocystis jirovecii***, *Trichophyton rubrum*

### 3.6 Uveď alespoň tři zástupce způsobující houbová onemocnění zvířat.

např. hmyzomorka muší (*Entomophthora muscae*), *Microsporium canis*, *Trichophyton gallinae*

## 3

## Řešení

3.7 Doplň chybějící údaje v tabulce.

| Systém dle Adla | Systém dle Cavalier-Smitha | Oddělení   | Parazitičtí zástupci (příklad)                                     |
|-----------------|----------------------------|--|--|
| SAR             | Protozoa                   | nádorovky<br>(Plasmodiophoromycota)                    | <b>nádorovka kapustová</b><br>( <i>Plasmodiophora brassicae</i> )  |
|                 | Chromista                  | <b>houby vaječné</b><br>( <b>Oomycota</b> )            | vřetenatka révová<br>( <i>Plasmopara viticola</i> )                |
| Opisthokonta    | Fungi                      | <b>houby buněkotvaré</b><br>( <b>Chytridiomycota</b> ) | rakovinec<br>bramborový<br>( <i>Synchytrium endobioticum</i> )     |
|                 |                            | <b>mikrosporidie</b><br>( <b>Microsporidiomycota</b> ) | hmyzomorka včelí<br>( <i>Nosema apis</i> )                         |
|                 |                            | Houby vřeckovýtrusé<br>(Ascomycota)                    | <b>paličkovice nachová</b><br>( <b><i>Claviceps purpurea</i></b> ) |
|                 |                            | houby spájkivé<br>(Zygomycota)                         | <b>hmyzomorka muší</b><br>( <b><i>Entomophthora muscae</i></b> )   |
|                 |                            | houby stopkovýtrusé<br>(Basidiomycota)                 | <b>Rez travní</b> ( <b><i>Puccinia graminis</i></b> )              |

# Zajímavosti do výuky

## (NE)OBYČEJNÉ HYFY

- ▶ podkapitola: 3.1
- ▶ mezipředmětové vztahy: matematika

Samotné hyfy jsou tak tenké, že je nelze spatřit lidským okem – jsou 2 – 10  $\mu\text{m}$  silné (Klán, 1989) (jen pro srovnání, běžný lidský vlas má okolo 50 – 90  $\mu\text{m}$ ) (Kočárek, 2010). Mycelium ale obsahuje tak velkou masu těchto tenkých vláken, že je pro člověka nejen viditelné, ale navíc se uvádí, že na 1 hektaru bychom mohli najít 2,4 až 2,8 tuny houbové biomasy (Kout, 2014). Díky svým rozměrům působí hyfy spíše gracilně, ale pravdou je, že mohou být až neuvěřitelně silné. Dokážou se provrtat nejen tenkým membránami živočišných buněk, ale prorazit i tvrdé dřevité stěny rostlin nebo chitinový krunýř hmyzu.

## HOUBOVÍ REKORDMANI

- ▶ podkapitola: 3.1, 3.4.1.5
- ▶ mezipředmětové vztahy: matematika, zeměpis

Houby se nemohou pohybovat, takže jsou podobně jako rostliny odkázány pouze na dva způsoby rozšiřování – buď mohou pronikat do okolí růstem stélky, nebo se šířit pomocí spor. Přestože první způsob není příliš efektivní, drží titul největšího žijícího organismu právě houba (Casselman, 2007). Mycelium václavky smrkové (*Armillaria ostoyae*) pokrývá v oregonském pohoří Blue Mountains neuvěřitelnou plochu 965 hektarů (tedy téměř 10 čtverečných kilometrů). Těchto úctyhodných rozměrů dosáhla za 2 až 8 tisíc let, a tím se zároveň zařadila mezi nejstarší žijící organismy naší planety (Casselman, 2007). Výtrusy hub mají na rozdíl od rostlinných semen podstatně menší velikost i hmotnost a vzduchem se mohou šířit na stovky až tisíce kilometrů vzdálená stanoviště (tedy i mezi kontinenty) (Brown, 2002).

## DRAVÉ HOUBY

- ▶ podkapitola: 3.3, 3.4.3.1
- ▶ mezipředmětové vztahy: –

Kromě saprotrofních, mutualistických a parazitických druhů, se u některých zástupců vytvořila ve světě hub tak unikátní a nečekaná životní strategie, jako je predace. Stélka těchto

dravých hub nese různě utvářené pasti, do kterých loví nejčastěji háďátka, ale také různé vířníky, chvostoskoky či jednobuněčné organismy. V současnosti známe 11 základních typů pastí, které jsou založeny na produkci lepkavých sekretů na povrch specializovaných výběžků houbových hyf, tvorbě toxinů, mechanických sítí nebo smyček, které mají dokonce možnost se kolem oběti stáhnout a uvěznit ji (Černý, 2003). Mnohé druhy navíc vytvářejí chemické atraktanty, kterými háďátka do pasti vábí. Do polapené kořisti nakonec vrůstají vstřebávací hyfy, s jejichž pomocí houby získávají živiny (Klán, 1989). Dravých hub existuje něco okolo 200 druhů. Mezi jinými můžeme zmínit například druh *Arthrobotrys dactyloides*, *Dactylella leptospora* nebo *Cephalophora muscicola* (Černý, 2003).

## ODYSEA BOROVICE VEJMUTOVKY

- ▶ podkapitola: 3.4.1.5
- ▶ mezipředmětové vztahy: dějepis

Borovice vejmutovka (*Pinus strobus*) je vysoce ceněná dřevina Severní Ameriky. Nachází uplatnění jako stavební materiál, palivo, zdroj pryskyřice, surovina pro výrobu papíru apod. V 18. století se začala vysazovat také v Evropě. V České republice se zprvu objevovala jako okrasná dřevina, později se začala využívat pro lesnické účely. Na většině území Evropy se však od jejího pěstování upustilo kvůli rzi vejmutovkové (*Cronartium ribicola*), která se sem rozšířila z Asie (Hadincová et al., 2008).

Kvůli mohutné těžbě borovice vejmutovky ve Spojených Státech se kolem roku 1900 nechaly na území USA dovést sazenice z Evropy. To, co mělo původně sloužit k záchraně borovic však přispělo spíše k jejich záhubě, když se se s mladými stromky dostala do Severní Ameriky i do té doby neznámá rez, která se začala v tamějších lesích masově šířit (Maloy, 1997). Ačkoli v chráněných územích České republiky (především skalních městech) se chová jako druh invazní a snažíme se ji vymýtit (Härtel, 2007), ve svém původním areálu jsou vejmutovkové lesy paradoxně decimovány zavlečenou rzí a pokouší se je prozatím neúspěšně zachránit. Zpočátku byly vynaloženy značné finanční a jiné prostředky na likvidaci mezihostitelských druhů rodu *Ribes*, v současnosti největší naději však představuje šlechtění odolných borovic (Maloy, 1997).

## TLAK APRESORIA

- ▶ podkapitola: 3.4.1
- ▶ mezipředmětové vztahy: fyzika

Při průniku houbových parazitů do rostlinných buněk se velkou měrou uplatňuje tlak. Kupříkladu průniková hyfa druhu *Magnaporthe grisea*, patogenu rýže, byla během pokusů schopna proniknout i polymerními materiály jako je Kevlar, který se používá k výrobě neprůstřelných vest. Apresorium během tohoto procesu generovalo tlak 8 MPa (Deacon, 2006). Pokud bychom chtěli dosáhnout stejného tlaku hrotem jehly, museli bychom na ni působit tělesem zhruba o hmotnosti 32 g (síla 0,32 N). Vezmeme-li v úvahu mikroskopické rozměry apresoria jedná se o skutečně úctyhodný výkon!

## BORDEAUXSKÁ JÍCHA

- ▶ podkapitola: 3.4.1.2
- ▶ mezipředmětové vztahy: dějepis, chemie, zeměpis

K objevu bordeauxské jíchy, tradičního přípravku proti vřetenatce révové, dopomohla jako při spoustě jiných vědeckých úspěchů náhoda. Výzkumu se věnoval profesor Millardet z francouzské univerzity v Bordeaux a zjistil, že nejslabším článkem životního cyklu vřetenatky je relativně rychlá ztráta klíčivosti letních spor. Domníval se tedy, že kdyby listy pokrýval přípravek, který by snižoval vitalitu spor nebo alespoň brzdil jejich klíčení, dokázal by patogen zkrotit.

O recept na takový preparát se postarala náhoda. Když se na podzim roku 1882 procházel profesor Millardet vinicí St. Julian v Medoc, všiml si, že podél cesty mají rostliny vinné révy ještě stále listy, kdežto hlouběji na vinici už jsou dávno opadané. Při bližším zkoumání zjistil, že jsou listy pokryté bělomodrým povlakem. Majitel vinice mu prozradil, že v Medoc bývá zvykem při dozrávání hroznů polévat vinnou révu podél cesty směsí vápna a síranu měďnatého, aby odradili kolemjdoucí zloděje. Po dalších experimentech se profesoru Millardetovi podařilo připravit měďnatý preparát, který je dnes známý jako bordeauxská jícha (Kalina a Váňa, 2005; Crandall, 1909).



## VÝPOČTY S PALIČKOVICÍ

- ▶ podkapitola: 3.4.1.4
- ▶ mezipředmětové vztahy: matematika

Jeden námel nese zhruba pět stromat, každé s jedním stem plodnic. Plodnice obsahuje asi 50 vřecek, které nesou po 8 askosporách. Hrubým početním odhadem tedy můžeme určit, že na jeden námel připadá neuvěřitelných 200 000 meiospor! Tak vysoký počet propangulí zajišťuje, že se alespoň jejich část dostane v krátkém časovém období během kvetení trav ke svému cíli, který je tvořen droboučkou bliznou (Kendrick, 2000).

## OHEŇ SVATÉHO ANTONÍNA A DALŠÍ POHROMY

- ▶ podkapitola: 3.4.1.4
- ▶ mezipředmětové vztahy: dějepis, zeměpis

Otrava námelem paličkovice nachové (ergotismus) se může projevit dvojitým způsobem. Obsažené alkaloidy v některých případech způsobují stahování cév, které se projevují ztrátou citu v končetinách, pocitem pálení, v těžkých případech až gangrénou a ztrátou končetin. Druhá forma poškozují centrální nervový systém a je doprovázena halucinacemi, mravenčením nebo epileptickými křečemi (Mieslerová et al., 2015).

Poslední případ ergotismu byl zaznamenán v polovině 20. století ve Francii, nicméně v minulosti, především ve středověku byly otravy velmi běžné a často dosahovaly až epidemických proporcí (Mieslerová et al., 2015). Kvůli častým halucinacím a pocitu pálení se ergotismus označoval jako oheň svatého Antonína (Kendrick, 2000).

Otrava námelovými alkaloidy se zvažuje jako jedna z možných příčin taneční mánie nebo také tance svatého Jana, který se v několika návalech prohnal středověkou Evropou. K historicky doložitelným případům nekontrolovatelného skotačení a poskakování, které končilo úplným fyzickým vyčerpáním a někdy dokonce smrtí, došlo v letech 1374 a 1518 v Německu (Waller, 2009). Podle dostupných zdrojů mohl být ergotismus také příčinou čarodějnického procesu, který se odehrál v roce 1692 v americkém Salemu a vyústil popravou 19 mužů a žen (Caporael, 1976).

## CHOROŠI V KUCHYNI

- ▶ podkapitola: 3.4.1.5
- ▶ mezipředmětové vztahy: –

Jedlé houby nemusíme hledat jenom na zemi, ale některé chutné, dokonce zdraví prospěšné, druhy rostou i na kmenech stromů. Houbaři však dlouhodobě věnují pozornost jenom václavkám, které jsou sice za syrova slabě jedovaté, ale po dostatečně dlouhé tepelné úpravě jedlé a chutné. Největší překážku při konzumaci dřevokazných hub představuje jejich konzistence. Většina je kožovitá až dřevitá a tudíž pro člověka nestravitelná. Najde se však několik druhů, které jsou křehké, masité a jedlé.

Kupříkladu mladé plodnice sírovce žlutooranžového jsou prý šťavnaté a vhodné k jakékoli kuchyňské úpravě. Jedlý je také cizopasný kotrč kadeřavý, nebo saprotrofní ucho Jidášovo, které se prý hodí na přípravu polévek a salátů.

V obchodech se z dřevokazných hub můžeme setkat akorát s houževnatcem jedlým (neboli houbou shii-take) a hlívou ústřičnou, která se dá koupit nejen čerstvá ale také v podobě různých potravinových doplňků, které slibují úpravu krevního tlaku, zlepšení trávení nebo snížení hladiny cholesterolu a cukru v krvi. V lékárně lze zakoupit také výživové doplňky z korálovce, lesklokorky lesklé (reishi), outkovky pestré apod. (Socha a Jegorov, 2014).

## KAUZA BABKA

- ▶ podkapitola: 3.4.2
- ▶ mezipředmětové vztahy: základy společenských věd

Nedohub zlatovýtrusý (*Hypomyces chrysospermus*) najdeme nejčastěji na hříbu žlutomasém (*Xerocomellus chrysenteron*), který se lidově označuje jako babka. Napadené houby obsahují širokou paletu látek, z nichž některé jsou pro člověka toxické a z tohoto důvodu se takové plodnice nemají konzumovat (Dvořák, 2011).

V souvislosti s obsahem toxinů se v tisku před několika lety objevila kauza související s poněkud kontroverzním prohlášením ing. Jiřího Baiera, člena České mykologické společnosti, v rozhlasovém pořadu ČR 6. Nedohubu zlatovýtrusému přisoudil podíl na vzniku rakoviny a na otázku, proč se podobná varování neobjevila v houbařských atlasech, odpověděl s jistou dávkou nadsázky, že tím Česká mykologická společnost dává vydělat

krematoriu (Český rozhlas, 2011). Asi o rok později se informace objevila v některých bulvárních denících a pohoršila ostatní členy České mykologické společnosti. Od vystoupení Jiřího Baiera v rozhlasu se nedlouho nato oficiálně distancovala (Vít, 2012) a poněkud břitký humor zmíněného mykologa zůstal nepochopený. Geochemik a mykolog Jan Borovička na Baierovo prohlášení reagoval publikací článku, kde vyvrací existenci jakýchkoli vědecky podložitelných souvislostí mezi nedohubem a rakovinou a nad rok starým rozhovorem nechápavě kroutí hlavou (Borovička, 2012).

At' už je to s nedohubem a rakovinou jakkoli, jisté je, že toxiny obsažené v plesnivých babkách zdraví prospěšné nebudou a varování před konzumací takových plodnic trvá.

## OŽIVLÉ MRTVOLY

- ▶ podkapitola: 3.4.3.1
- ▶ mezipředmětové vztahy: –

Parazitické druhy hub rodu *Ophiocordyceps* vytvářejí ze svých obětí, mravenců, doslova oživlé mrtvolky. Spora vyklíčí, prorůstá hostitelem a v jeho hlavě vylučuje chemické látky, které houbě v podstatě umožní mravence ovládnout. Tato zombie je pak houbou donucena opustit mraveniště, vylézt vzhůru a před smrtí se pevně zakousnout do větvičky nebo žilky listu. Stroma s plodnicemi, které pak z mrtvého mravence vyrůstá, uvolňuje askospory a napadá další nic netušící mravence (Castro, 2014).

## ONYCHOMYKÓZA

- ▶ podkapitola: 3.4.3.2
- ▶ mezipředmětové vztahy: matematika

Pro označení houbové infekce nehtů se používá termín onychomykóza. Způsobují ji např. druhy *Epidermophyton floccosum*, *Trichophyton rubrum*, *Scopulariopsis brevicaulis* nebo *Candida albicans*. Je neobyčejně častá. Ve Spojeném království jí trpí téměř 1,8 milionu lidí, v USA postihuje 2 až 3 %, ve Finsku dokonce 13 % obyvatel. Dvakrát čtenější je pak onychomykóza u mužů než u žen a její výskyt se zvyšuje s přibývajícím věkem (Moore et al., 2011). Celosvětově se četnost onychomykózy odhaduje zhruba na 10 % (Brown et al., 2012).